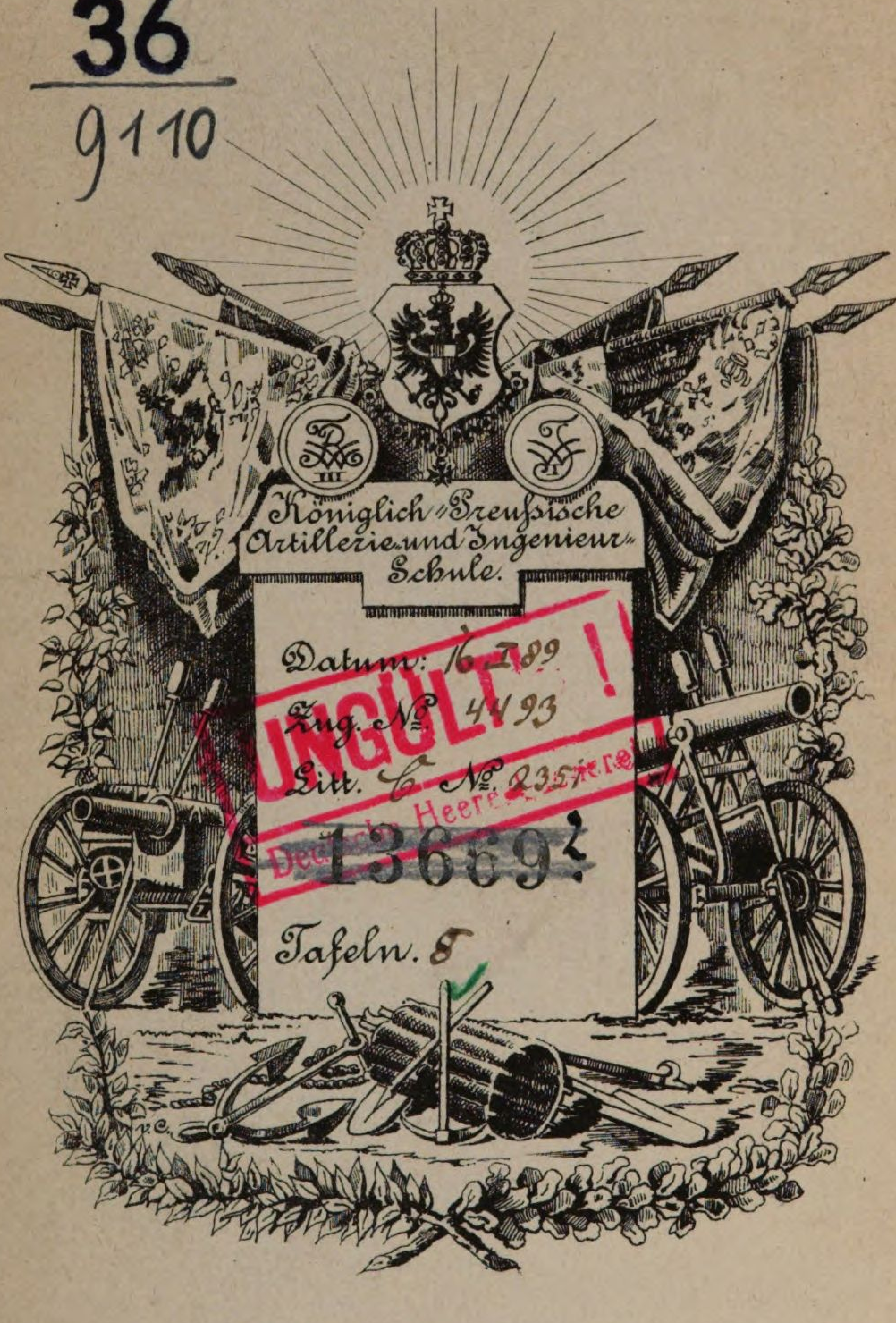
36
9110
2

ad № 281/69 IV A 4 w

36
9110



~~10009.~~ 2

C

Practisches

Handbuch

für den

Mineur.

Bibliothek der Königlichen Artillerie- und Ingenieur-Schule
UNGÜLTIG! Deutsche Heeresbücherei
13669.2
Chef des Königl. Preussischen Ingenieur-Corps
UNGÜLTIG! Deutsche Heeresbücherei
Königlich Preussische Fortification
UNGÜLTIG! Deutsche Heeresbücherei
Preuss. Fortification Sonderburg
UNGÜLTIG! Deutsche Heeresbücherei

Aus

französischen und deutschen Schriften

zusammengetragen

von

F. Reinhold,

Premierlieutenant im Königl. dänischen Artillerie-Corps.

Acht Tafeln ausgebunden.

Kopenhagen, 1829.

Bei *Gyldendal*.

Gedruckt bei *Christian Henri Robert*.

Deutsche Heeresbücherei Berlin
UNGÜLTIG!
Zug. 4493
G. n 8252

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorwort.

Der Zweck dieses kleinen Werkes — welches seine Entstehung zunächst dem *manuel pratique du mineur* des Kapitains Villeneuve verdankt — ist, wie der geehrte Leser auch schon aus dessen Titel ersieht, einzig und allein die Beschreibung der practischen Verfahrungsweise in der Minirkunst; sowie die Mittheilung derjenigen Erfindungen und Erfahrungen die man in dieser Rücksicht in neuern Zeiten gemacht hat. Bis jetzt hat es in der deutschen Militair-Literatur an einem solchen Buche gefehlt, da einerseits das Mineur-Fach fast nur allein als Neben-Wissenschaft in den Fortificationswerken abgehandelt wurde, anderseits selbst die wenigen Autoren, die eigends darüber geschrieben haben, die Theorien stets mehr als die eigentlige Kunst vor Augen hatten, daher sich ihre Werke mehr zu Lehrbüchern in der Wissenschaft als zum Leitfaden bei den prac-

Bayerische Staatsbibliothek München

tischen Arbeiten eignen. Endlich werden auch die französischen Quellen, aus denen ich geschöpft habe nur Wenigen zugänglich seyn, und schon aus diesem Grunde möchte dies Handbuch dem Mineur sowohl wie dem Ingenieur nicht ohne Interesse seyn.

Kopenhagen im November 1829.

R.

Inhalt.

	Pag.
Maasse der Minengänge und Minenäste	1.
Maasse der Brunnen oder Schachte	3.
Bau eines Brunnens in gutem Erdreiche	4.
Bau eines Brunnens in schlechtem Erdreiche	11.
Verfahren beim Anbrechen eines Minenganges	12.
Bau eines Minengang-Getriebes	15.
Rechtwinkelige Wendungen	21.
Schiefe .... do.	24.
Veränderung des Minenganges mit Beibehaltung derselben Richtungslinie	31.
Eintheilung der Getriebe eines Minenganges	32.
Bau eines zu Tage gegrabenen Minenganges	35.
Bau eines mit Holz verkleideten Kreuz- oder Versammlungsgewölbes	40.
Bau der Minengänge von Mauerwerk	42.
Bau der Zweige mit holländischen Rahmen	45.
Bau eines Angriffs-Brunnens, genannt puits à la Boule	46.
Ausbesserung der mit Holz verkleideten Minengänge	48.
Das Wasser aus den Minengängen zu leiten	49.
Bau der Minengänge in einem Boden, der keiner Verkleidung bedarf	50.
Bau der Minenkammern u. s. w.	51.
Legung der Leitrinne	55.
Von der Ladung und der Wirkung der Minen	58.
Von der Verdämmung der Minen	79.
Das Zünden der Minen	83.
Der Contre-Brunnen	91.
Anwendung und Einrichtung der Schüsse oder Schusslöcher zum Steinsprengen	96.
Schleifungs- oder Demolirungsminen	103.
Beispiele von Schleifungen	113.
Umwerfung der Pallisaden und Thore	117.
Minenarbeiten, welche in einer belagerten Festung ausgeführt werden können, mit Ausnahme der Gegenminen	118.

Pag.
Von den Flatterminen . . . . 124.
Tracirung der Minen auf dem Erdreiche . . . . 131.
Beschreibung des Handwerkszeuges und der Instrumente des Mineurs . . . . 132.
Angaben über die Schnelligkeit der Minenarbeit . . . . 142.
Tabelle 1. über die Ladung der gewöhnlichen Minen in gewöhnlichem Erdreich . . . . 146.
Tabelle 2. über die Pulvermenge, die nach Beschaffenheit des Mediums anzuwenden ist . . . . 149.
Tabelle 3. über die Dimensionen kubischer Pulverkasten, welche sich zur Aufnahme verschiedener Pulvermengen eignen . 151.
Tabelle 4. über das Verhältniss des französischen Maasses und Gewichts zu dem mehrerer europäischen Mächte . . . . 157.

Berichtigungen.

S.	4	Z.	6	v. o.	st.	jede	l.	jeder
„	13	„	12	„ „	„	gearteidet	„	gearbeitet
„	14	„	9	v. u.	„	werden	„	würden
„	15	„	14	v. o.	„	nach	„	in
„	16	„	13	v. u.	„	Hinten	„	hinten
„	22	„	4	„ „	„	eine	„	einer
„	43	„	16	v. o.	„	von zweier	„	zweier
„	45	„	8	„ „	„	ist	„	so ist
„	—	„	5	v. u.	„	denen	„	welche
„	55	„	14	„ „	„	indwendig	„	inwendig
„	71	„	7	„ „	„	einen	„	einem
„	74	„	8	v. o.	„	denn	„	den
„	96	„	7	v. u.	„	die	„	des
„	106	„	3	„ „	„	erstere	„	ersteren
„	120	„	5	„ „	„	der Trichter	„	die Trichter
„	125	„	12	„ „	„	Stücken	„	Stücke
„	126	„	9	„ „	„	sgringen	„	springen
„	129	„	6	„ „	„	Swierigkeiten	„	Schwierigkeiten
„	136	„	14	v. o.	„	ihrem	„	ihren

Maasse der Minengänge und Minenäste.

(galeries et rameaux).

Folgende Tabelle enthält die gewöhnlichen Maasse der Minengänge und Minenäste (oder Zweige):

Bezeichnung der Gänge u. Aeste.	Inwend. Höhe.	Inwend. Breite.
Hauptminengang, (galerie majeure), zum Gebrauch bei Uebergängen über die Festungsgräben, zu Anbrüchen, (amorces) der Haupthorchgänge u.s.w.	2,00 Metre.	2,00 Metre.
Gewöhnlicher grosser Minengang, (grande galerie ordinaire)	von 1,85 bis 2,00 Metre.	1,00 Metre.
Halber Minengang oder *Nebengang*, (demi-galerie)	von 1,30 bis 1,50 Metre.	1,00 Metre.
Grosser Minenast oder *Zweig*, (grand rameau)	1,00 Metre.	0,80 Metre.
Kleiner Minenast oder *Zweig* (Nebenast)	0,80 Metre.	0,65 Metre.

Diese Minengänge und Aeste werden entweder mit Mauerwerk oder mit Holz ausgebaut. Im ersten Falle giebt man ihnen die Figur eines, nach einer vollkommen halben Bogenründung, geführten Gewölbes, welches von zwei Wandpfeilern unterstützt ist; im zweiten Falle bauet man mit Hülfe der Thürgerüste und Verkleidungs- oder Ausschaalungs-Bretter.

Die *Thürgerüste* (châssis) Fig. 1 bestehen aus einer *Schwelle*, *(Sohlstück*, *Grundsohle*, semelle), aus zwei *Thürstöcken*, *(Seitenstücken*, montans) und einer *Kappe* *(Deckelstück*, chapeau). Diese vier Theile sind durch einfache Ausschnitte *(Blätter)* von 3 bis 4 Centimetre verbunden *(aufgeblattet)*; ihre Abvierung verändert sich nach der Beschaffenheit des Erdreiches und des Holzes, dessen man sich zu ihrer Anfertigung bedient. Nachstehende Tabelle zeigt diese Abvierung zu einem Erdreich von mittlerer Festigkeit *(Consistenz)* und beim Gebrauch eines sehr trockenen Eichenholzes:

Bezeichnung der Minengänge und Aeste.	Schwellen.	Thürstöcke.	Kappen.	Cubus des Thürgerüstes.
	Metre.	Metre.	Metre.	C. Metr.
Hauptminengang	0,15 auf 0,12	0,15 auf 0,15	0,15 auf 0,18	0,196
Grosser Minengang . .	0,13 — 0,10	0,13 — 0,13	0,13 — 0,16	0,102
Halber Minengang . .	0,11 — 0,09	0,11 — 0,11	0,11 — 0,13	0,064
Grosser Ast .	0,09 — 0,08	0,09 — 0,09	0,09 — 0,11	0,034
Kleiner Ast .	0,08 — 0,08	0,08 — 0,08	0,08 — 0,10	0,023

Die *Deckbretter*, *(Firstbretter*, *Schwartenpfähle*, planches de ciel,) sind 1,10 bis 1,20 Metre lang, 0,20 bis 0,30 Metre breit, und 3 bis 4 Centimetre dick.

Die *Seitenbretter*, (*Schwartenbretter*, planches de coffrage) haben die nämliche Länge und Breite der Deckbretter, dahingegen nur eine Dicke von 2 bis 3 Centimetre.

Man verbindet die Thürgerüste mit einander durch *Spannlatten*, (*Wandlatten*, tringles), von 1,10 bis 1,20 M. Länge, 6 bis 7 Centimetre Breite und 2½ Centimetre (ungefähr 1 Zoll) Dicke.

Maasse der Brunnen oder Schachte, (puits).

Die gewöhnlichen Brunnen haben im Lichten eine Weite von 1,32 Metre, welche gerade mit der auswendigen Breite eines gewöhnlichen grossen Minenganges übereinstimmt; doch giebt man ihnen auch zuweilen nur eine Weite von 1,00 Metre und 0,80 Metre.

Zur *Verkleidung*, (*Ausschaalung*, *Verpelzung*, *Futter*, coffrage), des Brunnens bedient man sich der *Ohr-* oder *Flügelrahmen* (cadres à oreilles) Fig. 2, und der *einfachen Rahmen* (*Brunnen-* oder *Schachtrahmen*, *Kränze*, cadres unis) Fig. 3. Erstere bestehen aus zwei *Schwellen* (*Joche*, *Stiele*, *Stöcke*, semelles) und aus zwei *Kappen*, die auf halbes Holz mit einander verbunden (*aufgeblattet*) sind, und wechselseitig 0,50 oder 0,60 Metre ihrer Länge über die Verbindungseinschnitte hervorragen (*übergreifen*). Sie haben 0,15 Metre ins Gevierte. Zuweilen ragen die Kappen dieser Rahmen nicht über die Schwellen hervor und sind mit letzteren bis auf ein Drittel der Holzstärke verbunden. Die einfachen Brunnenrahmen bestehen ebenfalls aus zwei Schwellen und 2 Kappen, die auf halbes Holz aufgeblattet sind, aber eine gleiche Vorstechung und nur 0,12 Metre ins Gevierte haben.

Bei einer geringeren Weite des Brunnens als 1,32 Metre erhalten die Rahmen-Hölzer kleinere Dimensionen als die eben angegebenen.

Bau eines Brunnens
in gutem Erdreich.

Zum Bau eines Brunnens Fig. 4 bezeichnet man zuerst dessen Mittelpunkt durch einen Pfahl, und dann die Mittellinie (Achse) des anzubrechenden Minenganges durch zwei andere Pfähle, von denen einer an jede Seite des ersteren eingeschlagen wird. Ist dies geschehen, und kennt man die Tiefe, welche der Brunnen unterhalb eines gegebenen Punctes, wie z. B. des Central-Pfahles, haben soll, so begreift der Bau eines Brunnens folgende vier besondere Arbeiten:

1) die Eintheilung der Getriebe,
2) das Legen des Ohrrahmens,
3) den Bau der verschiedenen Getriebe,
4) das Ausstecken eines Central-Pfahles in der Sohle des Brunnens.

Eintheilung der Getriebe,
(Fächer, Felder, intervalles).

Bei einem Brunnen nennt man die verticale Entfernung zweier Rahmen, mit Einschluss der Dicke des Einen, ein *Getriebe*. Die Bestimmung ihrer verschiedenen Grösse, das *Eintheilen der Getriebe*, geschieht auf folgende Art, indem hier angenommen wird, dass die Tiefe des Brunnens unterhalb der waagerechten Lage des Ohrrahmens 6,50 Metre betragen, und der Anbruch des Minenganges mit einem Halben- oder Nebengange geschehen soll.

1) Beobachtet man, dass das letzte Brunnen-Getriebe 1,63 M. gross wird, nämlich:

Aeussere Höhe des ersten Thürgerüstes des Nebenganges, (diese Höhe muss an dem hierzu gewählten Thürgerüst selbst abgemessen werden) . . 1,43 M.
Dicke der Deckbretter des ersten Minengang-Getriebes . . . . 0,03 -
Raum zur Erleichterung des Eintreibens der Deckbretter . . . . 0,05 -
Dicke des unmittelbar über den Eingang des Minenganges kommenden Rahmens . . 0,12 -

Im Ganzen . . 1,63 M.

2) Nimmt man 1,63 M. von der Total-Tiefe (6,50 M.), so bleibt 4,87 M. von der oberen Fläche des Ohrrahmens bis zur unteren Fläche des unmittelbar über dem Eingang des Minenganges liegenden Rahmens.
3) Daraus folgt, dass der Brunnen ausser dem Getriebe von 1,63 M. noch 5 andere jedes von 0,974 M. erhält.

Legen des Ohrrahmens.

Sind, wie früher erwähnt, die Directions-Pfähle des anzubrechenden Ganges eingeschlagen, so ebnet man den Boden um den Central-Pfahl herum, damit die Ohren des Rahmens völlig auf der Erde ruhen können. Hierzu bedient man sich einer Wasserwaage und eines Frosches oder Unterlagsklötzchens (taquet, später bezeichnen wir es mit den Namen Differenz-Pflock), welches den Unterschied des Niveaus anzeigt, den man zwischen dem Pfahl und den Schwellen des Rahmens lassen muss. Zuweilen erfordert dies Ebenen eine sehr tiefe Erdaushebung im höheren Theile des Erdreichs, alsdann begnügt man sich damit den niedrigeren Theil auszufüllen, indem man gleichzeitig die Erde gut stampft, und unter die Ohren, die auf dieser aufgefüllten Erde ruhen, ziemlich breite

Bretter legt, um das Eindringen derselben zu verhindern. Nachdem solchergestalt vorgearbeitet worden ist, fährt man folgendermassen mit der Arbeit fort:

1) Man legt die beiden Schwellen waagerecht in der durch die Pflöcke angegebenen Richtung, in einer Entfernung von 0,66 M. vom Central-Pfahl (der Brunnen erhält nämlich eine Weite von 1,32 M.).

2) Man tracirt mit einem Grabscheit das Lager dieser Schwellen.

3) Man untersucht mit Hülfe der Wasserwaage, eines Richtscheits und des Differenzpflockes, ob die solcher Gestalt gelegten Schwellen mit dem Central-Pfahl in gleicher Höhe liegen, oder wieviel man ungefähr ihr Lager aushöhlen muss.

4) Man gräbt das Lager der Schwellen und ebnet dessen Sohle mit loser Erde dergestalt, dass sie kennbar söhlig (horizontal) ist.

5) Man legt jetzt die Schwellen, und giebt ihnen mitHülfe der unter No. 3 angeführten Instrumente, rücksichtlich des Centralpfahles ihre erforderliche Höhe und dann unter sich wie auch in der Richtung der Pfähle, ihre waagerechte Lage. Letzteres geshieht, indem man die durch Sägeschnitte bezeichnete Mitte der Schwellen, vermittelst einer über die eingeschlagenen Pfähle gezogenen Directions-Schnur, in diese Linie bringt, so dass sie sich decken, und dass man die vom Central-Pfahl nach den verschiedenen Sägeschnitten dieser Schwellen hin abgemessenen Diagonalen vollkommen gleich macht. Ist dies erreicht, so versichert man sich ihre richtige Lage durch Einfassung ihrer äusseren Enden mit loser Erde.

6) Man bringt die Kappen den Sägeschnitten der Schwellen gegenüber, und gräbt darauf ihr Lager aus.

7) Man legt die Kappen dergestalt, dass sie gut mit den Schwellen abgleichen (nicht hervorragen), und folglich unter sich und mit letzteren waagerecht liegen.
8) Man giebt dem Ganzen durch Erde und durch Pflöcke, die an den Ecken eingeschlagen werden, mehr Haltbarkeit.
9) Endlich untersucht man noch, ob der Rahmen in jeder Rücksicht seine gehörige Lage hat.

Bau eines Brunnengetriebes.

Diese Arbeit begreift die Aushöhlung, das Legen der Brunnen-Rahmen und die Verkleidung des Getriebes in sich.

Aushöhlung (fouille). Um die Aushöhlung auszuführen, ist es vortheilhaft die Verkleidungsbretter zu den 4 *Stössen* (Seiten des Brunnens) anfangs, hinter den zuletzt gelegten Rahmen einzustecken und Keile zwischen ihren oberen Enden und den Verkleidungsbrettern des vorhergehenden Getriebes einzuschlagen; doch so dass diese nicht tiefer als 4 bis 5 Centimetre eindringen. Nun gräbt man und treibt die Bretter in dem Maasse vor, wie die Aushöhlung fortschreitet, indem man zugleich nach und nach die Dicke der Keile vermindert. Sobald aber die Aushöhlung eine Tiefe von 0,80 M. oder 0,90 M. erreicht hat, werden die Bretter nicht tiefer eingetrieben, sondern man macht die Aushöhlung etwas schmähler, indem hier später die letzte Hand ans Werk gelegt wird. Auf diese Weise fährt man fort, bis der Brunnen eine Tiefe von 1,15 bis 1,20 Metre unterhalb des zuletzt gelegten Rahmens erhalten hat.

Anmerkung. Wenn der Brunnen zu einer Tiefe gelangt, welche das Herauswerfen der Erde mit der Schau-

fel nicht mehr erlaubt, so zieht man entweder die Erde in Minirkörben an einem dünnen Seil mit der Hand herauf, oder dies geschieht durch Hülfe einer Haspel, welche auf den Flügel- oder Ohrrahmen gesetzt wird.

Legen eines Rahmens. Diese Arbeit erfordert:

1) Die Anfertigung zweier Spannlatten von der Grösse des Getriebes + der Dicke des zulegenden Rahmens.

2) Das Annageln dieser Latten an eine der Schwellen, so dass sie genau mit den scharf behauenen Kanten der letzteren einen rechten Winkel bilden und 0,10 M. von den Ausschnitten derselben entfernt sind.

3) Das Anpassen dieser Schwellen unter der Kappe des zuletzt gelegten Rahmens und die Befestigung der einen dieser Spannlatten an diese Kappe mit einem einzigen Nagel. Dies geschieht in der nämlichen Entfernung (0,10 M.) von der Spitze des eingehenden Winkels des Rahmens, und so, dass sie (die Latte), mit der oberen Fläche der Kappe eine gleiche Vorstechung erhält.

4) Das Annageln der zweiten Spannlatte an die Kappe, indem man zuvor die Wasserwaage auf die Schwelle gesetzt und selbige in eine waagerechte Lage gebracht hat.

5) Die nämliche Verrichtung rücksichtlich der zweiten Schwelle, sowie eine genaue Untersuchung, ob diese Schwellen sich auch gegenseitig in einer waagerechten Lage befinden; indem man das Richtscheit und die Wasserwaage auf beide Schwellen zugleich legt.

6) Das Legen der Kappen auf diesen Schwellen.

7) Das Einrichten dieses Brunnen-Rahmens mit dem Ohrrahmen. Dies geschieht mit Hülfe eines Blei-

lothes, welches man nach und nach von allen Sägeschnitten des Ohrrahmens herunterhängen lässt, und durch Keile, die zwischen den Rahmen und dem Medium so tief eingetrieben werden, bis das Bleiloth genau die Sägeschnitte dieser verschiedenen Rahmenhölzer deckt.

8) Die vollkommene Befestigung der Latten an den Kappen des vorhergehenden Rahmens, und in der nochmaligen Untersuchung der Lage des eben gelegten Rahmens.

Verkleidung. Nachdem die Brunnen-Rahmen gelegt sind, verkleidet man zuerst jede Ecke des Brunnens mit zwei Brettern, so dass das Eine durch seine Stärke das Andere deckt. Darauf treibt man die übrigen Bretter ein, indem man sie so dicht wie nur immer möglich an einander anschliessen und mit dem oberen Rahmen abgleichen lässt. Durch Keile werden sie etwas vom unteren Rahmen abgehalten, und sollte ungeachtet dieser Vorsicht der Raum hinter den Brettern zu gross seyn, so lässt mann hinter denselben einige Rasenstücke hinunter gleiten, um dem Ganzen mehr Stärke zu geben.

Gewöhnlich nagelt man die Bretter des ersten Getriebes an die Aussenseite des Ohrrahmens, daher die Bretter, die an die Ecken kommen, zur Einfügung der Ohren ausgeschnitten sind.

Zum Schutz der Bretter gegen das Regenwasser so wie zur Verhinderung, dass es nicht zwischen die Verkleidung des Brunnens und das Erdreich eindringen kann, bildet man eine Art Abdachung von Rasen über den oberhalb des Erdreiches emporstehenden Brettern.

Anmerkung. Hauptmann Blesson erwähnt in seiner "Feldbefestigung für alle Waffen" eine besondere Art von Verkleidung, welche namentlich nur für

Brunnen anwendbar ist und von ihm *Fässerzimmerung* benannt wird, weil sie aus gewöhnlichen Fässern besteht; obgleich man übrigens sich auch statt ihrer eines runden Flechtwerks, nach Art der Schanzkörbe, bedienen kann. Man schlägt nämlich die Böden der Fässer aus, und senkt diese in den Brunnen ein, den man freilich etwas weiter als nöthig wäre abgräbt; kleinere Fässer, welche durch die oberen durchgehen, werden unten angewandt. Es ist einleuchtend, dass man hiermit nur eine sehr beschränkte Tiefe erreichen kann. Steht der Erdboden während der Arbeit, so kann man gleiche Fässer anwenden, und dann mit den unteren anfangen, steht er nicht, so lässt man nach obiger Art die Fass- oder Flechtwerk-Bekleidung allmählich nachgleiten, so wie man abgräbt.

Aussteckung eines Central-Pfahls in der Sohle des Brunnens. Nachdem die Lage aller Brunnen-Rahmen und besonders die des Ohrrahmens und des an der Sohle des Brunnens befindlichen Rahmens untersucht und berichtiget worden ist, spannt man zwei Schnüre kreuzweis über die Sägeschnitte des Ohrrahmens und lässt aus ihrem Schneidepuncte ein Bleiloth herunter, worauf man in den Punct der Sohle, der vom Lothe berührt wird, einen Pfahl einschlägt, der auf seinem Kopfe mit einem Nagel versehen ist. Hierauf spannt man auf gleiche Weise die nämlichen Schnüre über die Sägeschnitte des Boden-Rahmens, um sich zu versichern, ob sie sich auch wirklich über den erwähnten Nagel kreuzen, und sollte dies nicht der Fall seyn, so muss man die Lage der verschiedenen Theile dieses Rahmens solange einrichten, bis man eine vollkommene Uebereinstimmung erhält.

Bau eines Brunnens
in schlechtem Erdreich.

Alles rücksichtlich des Brunnen-Baus in gutem Erdreich Gesagte lässt sich auch für den Fall eines schlechten Erdreiches anwenden, doch ist ausserdem nach folgendes dabei zu beobachten:

1) Gebrauch des *verlornen Rahmens (Zwischen-* oder *Nothrahmen, After-Gestell,* faux cadre.) Fig. 5. Sollte man, nachdem die Aushöhlung und Verkleidung bis auf 0,50 M. jenseits des letzten Rahmens gelangt ist, befürchten, dass die Verkleidungsbretter sich durch den Druck der Erde biegen möchten, so legt man einen verlornen Rahmen. Letzterer gleicht völlig einem gewöhnlichen Brunnen-Rahmen, doch können seine Holzstücke weniger stark seyn, so wie man auch seine äussere Breite ein wenig grösser als die eines gewöhnlichen Brunnen-Rahmens machen kann. Dieser verlorne Rahmen wird vermittelst 4 Spannlatten an den zuletzt gelegten Brunnen-Rahmen befestiget, von denen 2 auf jede Schwelle kommen. Uebrigens verwendet man zu seiner Legung nicht die Sorgfalt, wie zu einem wahren oder richtigen Rahmen. Die Verkleidungsbretter lässt man gegen den verlornen Rahmen anlehnen, und treibt sie nachher in dem Grade, wie man mit der Aushöhlung vorwärts schreitet, bis zu dem Punct vor, auf welchem ein Brunnen-Rahmen gelegt werden soll. Letzterer wird wie gewöhnlich gelegt, nur dass man Keile zwischen ihn und die Verkleidungsbretter treibt, um später den verlornen Rahmen wegnehmen zu können.

2) *Verkleidung des letzten Brunnen-Getriebes.* Wenn man vom Boden des Brunnens aus entweder einen

Ast oder einen halben Minengang öffnen soll, so werden nur 3 Seiten, des letzten Getriebes mit starken Brettern verkleidet, und die 4te Seite, durch die man einbrechen will, erhält nur im Falle, dass die Erde eine Unterstützung erfordern sollte, eine Absteifung. Will man aber einen grossen Minengang öffnen, in welchen Falle das unterste Brunnen-Getriebe 2,24 M. im Lichten hat, so ist es unumgänglich nothwendig, einen verlornen Rahmen (cadre intermédiaire) in gedachter Höhe von 2,24 M. zu legen, und die 4 Seiten des Brunnens zu verkleiden.

Verfahren beim Anbrechen eines Minenganges.

Das Anbrechen oder das Oeffnen eines Minenganges geschieht entweder an der Sohle eines Brunnens, oder in eine Erd-Böschung, in welchem letzteren Falle eine Rampe zum Minengange führt.

Anbruch eines Minenganges an der Sohle eines Brunnens in gutem Erdreich. Fig. 6.

Da in diesem Falle die zu öffnende Seite nicht verkleidet ist, so stellt man das erste Thürgerüst, dessen innere Weite und Höhe genau mit der des auszuhöhlenden Minenganges übereinstimmt, dicht an dem untersten Brunnen-Rahmen auf, so dass die Schwelle des Thürgerüstes mit letzterem eine waagerechte Lage erhält, und ihre Sägeschnitte eingerichtet sind. Zwei an den Thürstöcken

und an den, mit ihnen gleichseitig laufenden Hölzern des unmittelbar oberen Brunnen-Rahmens, befestigte Spannlatten halten dies Thürgerüst in einer lothrechten Lage, und werden erst nach der Aufstellung 2 oder 3 anderer weggenommen.

Anbruch eines Minenganges an der Sohle eines Brunnens in schlechtem Erdreich. Fig. 7 und 8.

In diesem Falle unterscheidet sich das Verfahren von dem eben beschriebenen nur dann, wenn man mit einem grossen Minengang einbrechen will, weil alsdann, wie früher gesagt, alle Seiten des Brunnens verkleidet sind. Es wird folgendermassen gearteidet:

1) Man stellt das erste Thürgerüst dicht innerhalb des untersten Brunnen-Rahmens an selbigem auf, erhält es durch eingetriebene Keile genau in seiner lothrechten Lage, und befestiget es mit zwei Spannlatten, die an den Thürstöcken und an dem verlornen Rahmen angenagelt sind.

2) Man schiebt mit Hülfe des Geissfusses die Verkleidungsbretter des Brunnens, welche sich der Kappe dieses ersten Thürgerüstes gegenüber befinden, um 0,20 bis 0,30 Metre herunter und steckt die Deckbretter zu dem ersten Getriebe dieses Minenganges etwas ein.

3) Man schiebt die nämlichen Bretter der Brunnen-Verkleidung um 0,30 Metre weiter herunter, und treibt darauf die Deckbretter des Minenganges ein, indem zu diesem Behufe eine Rinne mit der Ochsenzunge ausgehöhlt wird. Darauf steift man die unteren Enden dieser Bretter gegen den oberen Brun-

nen-Rahmen ab, damit der Druck der Erde auf ihr anderes Ende sie nicht wankend mache. Endlich steckt man an jeder Seite des Thürgerüstes ein Seitenbrett des Minenganges ein, und steift diese Bretter, wenn es erforderlich seyn sollte, gegen die gleichseitig laufenden Seiten des Brunnens ab.

4) Man fährt solchergestalt mit dem Herunterschieben der Verkleidungsbretter des Brunnens, so wie mit dem Eintreiben der Deck- und Seitenbretter des Minenganges fort, bis die Brunnenbretter mit dem Rahmen, welcher sich ungefähr in der Mitte der Höhe des Thürgerüstes befindet, in waagerechter Lage sind.

5) Man befestigt die Seitenstücke des verlornen Rahmens durch Keile, welche zwischen diese und die Aussenseiten der Thürstöcke des ersten Thürgerüstes eingetrieben werden, und nimmt darauf den Theil des Rahmens weg, welcher sich queer über dem Eingange des Minenganges befindet.

6) Man räumt die Bretter und die Erde weg, welche, durch die Wegnahme dieser Seite des Rahmens, nach dem Innern des Brunnens stürzen werden.

7) Man fährt mit der Arbeit auf die Weise fort, wie später im Artikel über *den Bau eines Gang-Getriebes,* beschrieben ist.

Einbruch eines Minenganges in eine Erdböschung. Fig. 9.

Nachdem die Mittellinie des Minenganges vermittelst einiger Pflöcke abgesteckt ist, sind nach und nach folgende Arbeiten auszuführen:

1) *Tracire* auf der Böschung, an jeder Seite der Richtungslinie, die Verlängerung der auswendigen Breite dieses Minenganges.

2) Hebe die zwischen diesen Tracen befindliche Erde bis zu der Höhe aus, die hier oberhalb jedes Endes der ersten Kappe erreicht werden kann, doch so dass noch 0,50 Metre Erde stehen bleibt.

3) Stelle das erste Thürgerüst auf, und erhalte es vermittelst Keile lothrecht; sollten es aber die Umstände verlangen, so setze Streben, in einer Neigung von 45°, gegen die Thürstöcke des ersten Thürgerüstes.

4) Endlich grabe, wenn die erste Schwelle unterhalb des Fusses der Böschung gelegt ist, eine Rampe, um nach den Minengang gelangen zu können, deren Fall ein Sechstel ihrer Länge beträgt, und deren Böschungen sich nach der Beschaffenheit des Erdreiches richten. Gewöhnlich erhalten sie 1 Fuss Grundfläche auf 3 Fuss Höhe.

Oft verkleidet man die Backen dieser Aushöhlung, welche zum ersten Thürgerüst des Minenganges führt, mit Rasen und zuweilen selbst mit Brettern.

Bau eines Minengang-Getriebes.

In einem Minengange nennt man *Getriebe (Fach* oder *Feld)* die Entfernung zwischen zwei auf einander folgenden Thürgerüsten, dergestalt von der einen Schwelle zur andern gemessen, dass *die Dicke der Einen* stets in diesem Maasse einbegriffen ist.

Der Bau eines solchen Getriebes erfordert folgende drei besondere Arbeiten: 1) die Aushöhlung, 2) die Aufstellung des Thürgerüstes welche das Getriebe endiget, und 3) die Verkleidung des Getriebes.

Aushöhlung. Fig. 10.

Bevor man mit der Aushöhlung anfängt, ist es vortheilhaft, wie auch die Beschaffenheit des Erdreiches seyn mag, mit Hülfe der Ochsenzunge und des Spatens, eine Rinne in der Höhe der Kappe des zuletzt gesetzten Thürgerüstes zu graben, die Deckbretter in diese Rinne einzustecken, und Keile zwischen sie und die unter Arbeit habende Decke des Getriebes von hinten einzuschlagen. Nun beginnt das Graben, indem man mit der Aushöhlung einer Art Profile rechts und links anfängt, die zur Führung einer gleichförmigen Ausgrabung über die gänze Breite des Minenganges dienen.

Bei gutem Erdreich begnügt man sich die Deckbretter gleichzeitig mit der Aushöhlung vorzutreiben, indem man dabei Sorge trägt, die von Hinten angebrachten Keile stets in dem Maasse schmäler zu machen, wie diese Bretter vorrücken.

Gebrauch des Helf-Thürgerüstes (verlornen Thürrahmens, faux châssis) Fig. 11 und 12. Bei schlechtem Erdreich werden ebenfalls auch die Verkleidungsbretter von jeder Seite des zu verlassenden Thürgerüstes, (du châsis de départ) eingeschoben, und wenn die Aushöhlung bis zu 0,60 Metre von diesem Gerüste gelangt ist, stellt man ein Helf-Thürgerüste auf. Dies Gerüst besteht aus einer Kappe, deren obere Fläche abgerundet ist, und die an jedem ihrer Enden ein Zapfenloch hat, ferner aus zwei mit Zapfen versehenen Thürstöcken, die in ge-

dachte Zapfenlöcher gesteckt werden. Die Total-Höhe desselben ist der eines gewöhnlichen Thürgerüstes von der Oberfläche der Schwelle (oder Grundsohle) bis zur Oberfläche der Kappe gleich; dahingegen ist dessen äussere Breite etwas grösser, als die eines gewöhnlichen Thürgerüstes. Die Thürstöcke des Helf-Thürgerüstes werden lothrecht auf Unterlagen (cales) von 0,05 M. Dicke gestellt, die auf der Sohle des Minenganges ruhen. Vermittelst Spannlatten verbindet man sie mit den Thürstöcken des vorhergehenden gewöhnlichen Thürgerüstes, und sollte der Seitendruck einigermaassen stark seyn, so steift man sie gegenseitig durch ein Stück Holz ab, welches eine mit der Sohle des Minenganges ungefähr waagerechte Lage erhält. Die Kappe des Helf-Thürgerüstes wird sich dergestalt wenigstens 0,05 Metre höher befinden als die des gewöhnlichen Thürgerüstes. Auf ihr ruhen umittelbar die Deckbretter des Minenganges. Sobald das Helf-Thürgerüst aufgestellt ist, fährt man mit der Arbeit fort, indem man genau die Regel befolgt, die Deckbretter gleichzeitig mit der Aushöhlung vorzutreiben.

Gebrauch eines Schildes (masque) Fig. 13. *zur Unterstützung der Erde.* Wenn das Erdreich so schlecht ist, dass der Einsturz der Stirnwand (des Ortstosses) zu befürchten ist, so verfährt man auf folgende Weise: Nachdem ein Thürgerüst aufgestellt worden ist, steckt man nur ein Deckbrett des neuen Getriebes zur Zeit ein, treibt es so viel als möglich vor, und räumt mit Vorsicht nur so viel Erde weg, als gerade zum Vorrücken mit diesem Brette erforderlich ist; ferner trägt man Sorge, starke Keile hinter diese Bretter einzutreiben, um den eingesteckten Enden eine aufsteigende Richtung zu geben. Nun stellt man unter diesen Deckbrettern und gegen die Erde

der Stirnwand ein Schild-Brett quer über den Minengang und steift es mit Stücken einer Spannlatte gegen die Thürstöcke des letzten Thürgerüstes ab.

Darauf steckt man Verkleidungsbretter von jeder Seite des Minenganges ein, treibt sie stets Eins nach dem Andern ebenso weit wie die Deckbretter vor, und stellt gegen die Erde der Stirnwand neue Schild-Bretter auf, die ebenfalls gegen das letzte Thürgerüst abgesteift werden. Dergestalt fährt man mit der Arbeit fort, bis alle Verkleidungsbretter eingesteckt sind, und die Erde der ganzen Stirnwand oder des Ortstosses durch eine Reihe von Brettern unterstützt ist, die nach Erforderniss mehr oder weniger aneinander anschliessen.

Um mit der Aushöhlung fortzufahren, nimmt man das oberste Brett des Schildes weg, und treibt von neuem jedes der Deckbretter so weit wie möglich vor, stellt wiederum das Schild-Brett auf und treibt ebenfalls die Verkleidungsbretter vor. Darauf nimmt man ein zweites Schild-Brett, stellt es nach Eintreibung der mit ihm correspondirenden Verkleidungsbretter unter dem Ersten auf, und fährt auf diese Weise bis zur Sohle des Minenganges fort.

Aufstellung eines Thürgerüstes.
Fig. 14 und 15.

Sobald die Aushöhlung des Mediums bis 0,20 M. jenseits der für das neue Thürgerüst bestimmten Entfernung gekommen ist, verfährt man mit der Aufstellung desselben auf folgende Art:

1) Man tracirt das Lager der Schwelle; höhlt es aus, und macht dessen Grund mit loser Erde sichtbar söhlig.

2) Legt die Schwelle, giebt ihr ungefähr ihre bestimmte Entfernung von der vorhergehenden Schwelle, und entweder eine waagerechte Lage mit letzterer, oder auch, wenn der Minengang einen bestimmten Fall für jedes Getriebe erhalten soll, erst ihre erforderliche Höhe, indem man den Differenzpflock auf die am niedrigsten liegende Schwelle setzt, und dann ihre eigene waagerechte Lage.

3) Bringt diese Schwelle in die Richtungslinie der vorhergehenden Schwelle, misst die schrägen Linien, welche der Mineur *Diagonalen* nennt, ab, und giebt der Schwelle ihre Entfernung, indem man Sorge trägt, den Differenzpflock auf die niedrigsten Schwellen des Getriebes zu legen, und die betreffende Entfernung von der Vorderseite dieses Pflockes an bis zur Vorderseite der andern Schwelle zu messen.

4) Befestigt die Schwelle in ihrer richtigen Lage, durch allmähliches Anwerfen und Stampfen von feiner Erde um selbige, und untersucht, ob sie vielleicht in irgend einer Rücksicht aus ihrer gegebenen Lage gekommen ist.

5) Höhlt den erforderlichen Raum zur Aufstellung der Thürstöcke aus, wenn diese Arbeit nicht anfangs bei der Aushöhlung des Getriebes selbst, gemacht worden ist.

6) Fügt die beiden Thürstöcke mit der Kappe über die Schwelle zusammen.

7) Nagelt jetzt die Spannlatten an die Thürstöcke (welches sich übrigens auch vor Aufstellung der letzteren thun lässt) *lothet sie ein*, d. h. giebt ihrer vordern Kante genau eine senkrechte Stellung, und nagelt nun die Spannlatten an die vorhergehenden Thürstöcke fest. Wenn der Minengang söhlig ist,

oder auch wenn der Fall eines jeden Getriebes nicht die Breite der Spannlatte (6—7 Centimetre) überschreitet, bringt man sie abwechselnd 0,10 und 0,20 M. unter der niedrigsten Kappe des Getriebes, und 0,10 und 0,20 M. + die Höhe des Differenzpflockes, unter der höchsten Kappe an. Ueberschreitet aber der Fall eines jeden Getriebes die Breite der Spannlatten, so bringt man sie durchgehends 0,10 M. unter der niedrigsten Kappe, und 0,10 M. + die Höhe des Differenzpflockes unter der höchsten Kappe an. Auf diese Weise befinden sich die Spannlatten stets söhlig, ohne dass man gezwungen ist, sich der Wasserwaage zu bedienen.

8) Lothet den Sägeschnitt der Kappe ein, indem man die Thürstöcke rechts oder links, je nachdem es erforderlich ist, von der Mittellinie des Minenganges ab bewegt, bis das von der Mitte der Kappe spielende Loth genau auf den Sägeschnitt der Schwelle fällt. Nun hält man die Thürstöcke durch Keile in ihrer richtigen Lage.

Verkleidung eines Getriebes.

Diese Arbeit wird mit dem Legen der Decke angefangen; zu welchem Behufe man Keile auf der Kappe des neuen Thürgerüstes anbringt, und die Deckbretter auf diesen ruhen lässt. Beim Vortreiben dieser Bretter ist zu beobachten, dass sie nicht über die vorhergehende Kappe hervorragen, dass sie gut an einander anschliessen, und dass sie die ganze Dicke der Seitenbretter der Länge nach bedecken. Letztere Bedingung muss ohne Anwendung von Ausfüllungshölzern (alaises) erreicht werden, und erfordert nur, dass der Mineur sie vor ihrem

Einstecken an einander passt, so dass sie vereinigt die erforderliche Breite abgeben.

Wenn der Gang mit jedem Getriebe über 0,10 M. steigt, Fig. 15, oder auch über 0,15 M. fällt, so muss jede Kappe vor ihrer Legung mit einem dreieckigen Füllungsholze versehen werden, damit die Deckbretter völlig auf diesem Holze ruhen, anstatt dass sie sonst nur allein auf einer Kante der Kappe liegen würden. Die Dimensionen dieser Hölzer bestimmen sich durch einen Bau-Riss.

Rücksichtlich der Seiten-Verkleidung (des *Verschliessens* der Wände) führt man die Bretter, falls sie nicht gleichzeitig mit der Aushöhlung vorgetrieben sind, hinter den Thürstöcken ein, und treibt Keile (Pfändekeile) zwischen sie und die des eben gesetzten Thürgerüstes ein. Sie dürfen nicht windschief seyn, müssen an einander anschliessen und mit den Thürstöcken des ersten Getriebes eine gleiche Vorstechung haben. Wenn die Sohle des Minenganges nicht waagerecht ist, so gräbt man an jeder Seite die eine Kante des untersten Verkleidungs-Brettes ein; die obersten Bretter sind dahingegen fast immer als Füllbrett zugeschnitten, damit sie genau gegen die Decke anschliessen, die nur selten söhlig ausfallen wird.

Rechtwinkelige Wendungen. Fig. 16

Die Veränderungen der Richtung, die bei der Vereinigung zweier Minengänge Statt findet, nennt man *Wendung*, (*Schlag*, oder *Ecke*, retour), und zwar eine *rechtwinkelige* (d'équerre oder à angle droit), wenn die

Mittellinie des neuen Minenganges mit der des ersten einen rechten bildet; im entgegengesetzten Fall aber, nennt man sie eine *schiefwinkelige*.

Um eine rechtwinkelige Wendung an einem gegebenen Punkt der Mittellinie des Minenganges auszuführen, muss man im Voraus die Getriebe des Minenganges dergestalt eintheilen, dass sowohl das dem Wende-Punkte vorhergehende Thürgerüst als auch das auf ihn Folgende mit ihm eine gleiche waagerechte Lage erhält, und dass jedes von ihnen um die Hälfte der äusseren Breite des mit einer Wendung zu öffnenden Minenganges von diesem Punkte entfernt ist. Ist dieser Minengang z. B. ein halber, dessen äussere Breite 1,28 M. beträgt, so werden die beiden Thürstöcke (ihre Dicke nicht mit gerechnet) 0,64 M. vom Wendepunkt und 1,28 M. von einander entfernt seyn. Dies Getriebe, von welchem ein neuer Gang ausgeht, wird *Wendungs-Getriebe* (palier) genannt, und ist sowohl bei einer rechtwinkeligen als auch einer schiefwinkeligen Wendung stets söhlig.

Nachdem die vorhergehenden Anordnungen getroffen sind, verfährt man mit dem Bau des neuen Minenganges auf folgende Art:

1) Man pflanzt einen Pfahl, der auf seinem Kopfe mit einem Nagel versehen ist, in dem Schneidepunkt der beiden verlängerten Mittellinien.

2) Man setzt ein Winkelmaass dergestalt an diesen Pfahl an, dass dessen Spitze den früher erwähnten Nagel berührt, und der Eine seiner Schenkel an eine über die Sägeschnitte der Schwellen ausgespannte Schnur anliegt, während der Andere in die entgegengesetzte Richtung der Wendung fällt.

3) Man schlägt einen zweiten Pfahl in der Richtungslinie dieses zweiten Schenkels ein, versieht ihn ebenfalls mit einem Nagel, und bewegt den Pfahl durch Hülfe eines Schlägels, bis die Diagonalen, welche man vom Nagel bis zu zwei Sägeschnitten der Schwellen des Wendungs-Getriebes abmisst, einander gleich sind.

4) Man legt die Schwelle des ersten Thürgerüstes der Wendung waagerecht mit den beiden Schwellen des Wendungs-Getriebes, in der Richtungslinie der beiden früher erwähnten Pfähle, und in einer der Hälfte der auswendigen Weite des Wendungs - Getriebes gleichen Entfernung vom Centralpfahle, dass dergestalt die dem Wendungs-Getriebe zugekehrte Seite dieses ersten Thürgerüstes in die Richtungslinie der äusseren Breite des Minenganges fällt. Dies Gerüst erhält man vorläufig durch zwei kleine Spannlatten lothrecht, die dessen Thürstöcke mit denen des Wendungs-Getriebes verbinden.

5) Man fährt jetzt mit der Arbeit fort, wie im Abschnitt "vom *Bau eines Gang-Getriebes*" beschrieben ist.

Hat der neue Minengang mit dem vorhergehenden eine gleiche Höhe, so muss man, um die Einführung der Deckbretter des ersten Getriebes ohne Schwierigkeit bewerkstelligen zu können, im Voraus die Kappe des der Wendung vorhergehenden Thürgerüstes erhöhen, indem man auf sie ein Füllbrett (alaise) von der nämlichen Dicke eines Deckbrettes annagelt. Was die Kappe des zweiten Thürgerüstes zu dem Wendungs-Getriebe betrifft, so befinden sich hier entweder Keile oder auch die Deckbretter des folgenden Getriebes; sollte dies aber nicht der Fall seyn, so bringt man auch hier ein Füllbrett an.

Schiefe Wendungen.

Die schiefen Wendungen können nach der Beschaffenheit des Erdreichs auf vielfache Weise ausgeführt werden, und erfordern auf jeden Fall einen Musterriss (épure) der entweder in wahrer Grösse auf einer Bretterwand, oder wenigstens in einem grossen Maassstabe auf Papier oder auch auf einem Brett gezeichnet seyn muss; um solchen später in der wirklichen Ausführung bei allen erforderlichen Dimensionen benutzen zu können.

Rücksichtlich der Ausführung dieser Art Wendungen unterscheiden sich folgende drei Hauptfälle, bei deren Auseinandersetzung wir den betreffenden Minengang, als einen Grossen, annehmen.

Erster Fall. — Der Minengang erstreckt sich jenseits der Wendung, und letztere geschieht unter einem Winkel von 45—90 *Grad.*

Zeichnung des Musterrisses. Fig. 17. 1) Man zieht die Mittellinie CAD des Minenganges, und EAB der Wendung.

2) Man setzt rechts und links von diesen Richtungslinien die halbe Breite im Lichten, 0,50 M., die Dicke der Thürstöcke 0,13 M. und die der Seiten-Bretter 0,03 M. ab.

3) Man zieht alsdann die Parallellinien der Mittellinien, welche die Weite der Thürstöcke im Lichten, so wie die äussere Weite derselben und die der Verkleidung anzeigen.

4) Man bezeichnet die Punkte 0,0′, in welchen einerseits die Aussenseite der Wendungs-Verkleidung mit der Aussenseite der Verkleidung des Minenganges und anderseits mit der Weite im Lichten der Thürstöcke dieses Minenganges zusammenstossen. Diese Punkte bestimmen die Lage der beiden Thürgerüste

r und p, deren Lager man alsdann zeichnet, darauf schreibt man die Entfernungen Ap und Ar nieder.

5) Man zeichnet das Lager des schiefen Thürgerüstes q, dessen innere Seite mit der Aussenseite der Verkleidung des zu verlassenden Minenganges in gleicher Richtung läuft; die perpendiculair gemessene Breite desselben ist der eines gewöhnlichen Thürgerüstes zu einem Minengange gleich, welcher eine Wendung macht, und die Länge seiner Schwelle wird durch die äussere Richtungslinie der Thürstöcke dieses Minenganges bestimmt.

6) Man errichtet aus der Mitte der Schwelle des Thürgerüstes q, die senkrechte Linie qJ; misst und schreibt die Entfernung JA oder auch Jp nieder, so wie ebenfalls die Entfernung Fs, welche den Richtungs-Punkt F bestimmt.

7) Man setzt ungefähr einen Metre von k nach x ab, zeichnet das Lager des Thürgerüstes y, welches durch den Punkt x bestimmt ist, und misst die Entfernung yq oder auch die von yA.

Sind die Getriebe des zu verlassenden Minenganges, nach dem solchergestalt gezeichneten Riss eingetheilt, so werden die Thürgerüste p und r sich in der gehörigen Entfernung vom Punkte A und gegenseitig in einer waagerechten Lage befinden. Uebrigens muss der Mineur auf diesem Riss den Durchschnitt und die Länge der schiefen Schwelle nehmen, und letztere wie auch die Thürstöcke und die Kappe dieses schiefen Thürgerüstes darnach verfertigen.

Bau der Wendung. — 1) Man schlägt die drei Pfähle A J F dergestalt ein; dass die beiden Ersten in den auf dem Riss angegebenen Entfernungen p A und p J in die Richtungslinie der Sägeschnitte des zu

verlassenden Minenganges kommen, der dritte aber seine Stelle in der innern Richtungslinie der Thürstöcke dieses Minenganges in der gleichfalls bezeichneten Entfernung s F erhält.

2) Man legt die Schwelle des schiefen Thürgerüstes waagerecht mit den Schwellen p und r, so dass die beiden Enden k, l um die Hälfte der äusseren Breite des Minenganges von der Schnur p r entfernt sind, dass ferner der Sägeschnitt q in die Richtung der Schnur F A kommt, und dass die Diagonallinien J l und J k einander gleich sind.

3) Man setzt die Thürstöcke und die Kappe des schiefen Thürgerüstes und erhält erstere vorläufig durch zwei kleine an den Thürstöcken des Wendungs-Getriebes angenagelte Spannlatten in ihrer lothrechten Lage.

4) Man fängt mit dem Ausgraben der Wendung an, und fährt damit wie mit einem gewöhnlichen Minengang fort, indem man Sorge trägt das erste Thürgerüst in der auf dem Riss angeführten Entfernung q y oder A y, gerade aufzustellen.

Anstatt den Richtungspunkt F rückwärts vom Wendepunkt A zu nehmen, kann man auch die Mittellinie der Wendung mit Hülfe eines Schrägemaasses oder einer Patrone (panneau) Fig. 18 bestimmen, deren Oeffnung genau den Winkel B A C angiebt. Indem man den einen Schenkel dieser Patrone längs der Schnur A C legt, giebt der andere die Richtung A B an.

In dem Fall dass der neue Minengang eine gleiche Höhe mit den zu verlassenden erhält, muss man rücksichtlich der Kappen der Thürgerüste p und r die nämlichen Vorsichtsmassregeln anwenden, die für die rechtwinkeligen Wendungen angeführt sind.

Zweiter Fall. Der zu verlassende Minengang erstreckt sich jenseits der Wendung, die unter einem Winkel von 0 Grad — 45 Grad geschieht.

Zeichnung des Musterrisses. **Fig. 19.** Der vorhergehende Riss lässt sich nicht zu diesem zweiten Fall anwenden, weil der so sehr spitze Wendungs-Winkel ein schiefes Thürgerüst von zu starken Dimensionen erfordern würde, und ausserdem die Deckbretter des Wendungs-Getriebes, selbst in einem guten Erdreiche, ein zu beträchtliches Gewicht zu tragen hätten. Der Riss muss daher auf folgende Art construirt werden:

1) Man zieht wie im vorhergehenden Falle, die Mittellinie der beiden Minengänge, so wie die Linien, welche die innere und äussere Seite der Thürstöcke, und die Aussenseite der Verkleidung bezeichnen.

2) Man zeichnet das Lager des geraden Thürgerüstes u, dessen Dimensionen die nämlichen wie zu den Gerüsten der auszuführenden Wendung sind, so dass dessen innere Seite mit der Aussenseite des abgehenden Minenganges in gleicher Richtung läuft, und dass dessen am weitesten vorgerückter Thürstock, zwischen dieser Aussenseite und der der Wendung steht.

3) Man führt durch den Punkt u, welcher die Mitte dieses Thürgerüstes bezeichnet, die senkrechte Linie t u v nach der Mittellinie des Minenganges, und betrachtet erstere als die Mittellinie einer rechtwinkeligen Wendung, die vom Punkte t aus geführt wird.

4) Man zeichnet das Lager der Thürgerüste p und r nach den früher für rechtwinkelige Wendungen gegebenen Daten, und bestimmt den Punkt A', in welchem die neue Mittellinie t u v mit der zur schiefen Wendung zusammenstösst.

5) Jetzt nimmt man an, dass der vorhergehende Fall eingetreten wäre, nämlich, dass man in der Richtung t u v vorwärtsginge, und vom Punkte A' aus eine Wendung unter einem Winkel von 45 bis 90 Grad machen sollte. Man bestimmt, wie früher gezeigt, die Lage der Thürgerüste v und q, nur mit dem Unterschied, dass die innere Seite des schiefen Thürgerüstes q in der äusseren Richtungslinie der Thürgerüste v und u belegen seyn muss, vorausgesetzt, dass man nicht jenseits des Thürgerüstes v vorwärts geht.

6) Man schreibt genau die Entfernungen A t, t A' und A' v auf dem Risse nieder, und theilt die Getriebe des Minenganges so ein, dass die Thürgerüste p und r ein zum Bau der rechtwinkeligen Wendung A t A' hinreichendes Getriebe abgeben.

Bau der Wendung. Die Ausführung aller dieser Dispositionen begreift den früher beschriebenen Bau einer rechtwinkeligen und einer schiefwinkeligen Wendung in sich.

Dritter Fall. — Der zu verlassende Minengang erstreckt sich nicht jenseits der Wendung.

Zeichnung des Musterrisses Fig. 20. In diesem Falle kann man auch mit geraden Thürgerüsten eine schiefe Wendung ausführen, und zwar auf folgende Art:

1) Man zieht die Mittellinien C A (des Minenganges) und A B (der Wendung) und theilt den Winkel C A B durch die Linie D A E in zwei gleiche Theile; alsdann wird letztere die Mittellinie eines *Austrittes*[1])

---

[1]) Unter der Benennung Austritt versteht man eine ungefähr 0,55 Metre betragende Verlängerung des zu verlassenden Minenganges, die dem Mineur sowohl zum Ausruhen als auch zum Ausweichen und zum Hinlegen einiger nothwendigen Werkzeuge u. s. w. dient.

(retraite). Ferner zieht man an jeder Seite dieser drei Linien die innere und äussere Richtungslinie der Thürstöcke, so wie ebenfalls die äussere der Verkleidung.

2) Man bezeichnet die Lage der drei geraden Thürgerüste p. q. r., welche sämmtlich die nämlichen Dimensionen wie die des Minenganges C A erhalten, und die dergestalt aufgestellt werden, dass keines von ihnen der Einschiebung der benachbarten Verkleidungsbretter hinderlich seyn kann.

3) Man schreibt die Entferungen eines jeden dieser Thürgerüste vom Punkte A genau auf dem Risse nieder, und bestimmt auch die beiden Richtungspunkte F und G für die Mittellinien A E und A B.

Bau der Wendung. Sobald das letzte Thürgerüst p in die durch den Riss bezeichnete Lage gesetzt ist, verfährt man mit dem Bau der Wendung folgendermassen:

1) Man gräbt die Erde bis zu dem Punkte aus, in welchem der Pfahl A eingeschlagen werden soll, und setzt, im Fall es nothwendig seyn sollte, hierzu ein Helf-Thürgerüst auf. Ist ersteres geschehen, so schlägt man ebenfalls die Directions-Pfähle F und G ein.

2) Man stellt das erste Thürgerüst des Austrittes in der auf dem Risse bezeichneten Entfernung A r. auf.

3) Man treibt die Deckbretter des Wendungs-Getriebes so weit ein, bis sie auf der Kappe dieses neuen Thürgerüstes ruhen, welches übrigens nur mit einigen von ihnen erreicht werden wird. Man unterstützt deswegen die andern durch ein abgesteiftes Brett, nimmt darauf das Helf-Thürgerüst weg, und stellt es wiederum ungefähr rechtwinkelig auf der Mittel-

linie der Wendung auf, um dadurch gedachte Bretter zu unterstützen.

4) Man stellt das zweite Thürgerüst des Austritts in einer Entfernung von 0,50 Metre vom ersten auf, und verkleidet ihn.

5) Man stellt in der Entfernung A q das erste Thürgerüst der Wendung auf, lässt auf dessen Kappe die Deckbretter des Wendungs-Getriebes ruhen (welche bis jetzt noch vom Helf-Thürgerüst getragen werden) und nimmt letzteres weg.

6) Man bricht nun den Wendungs-Gang an, und vollführt die Arbeit auf gewöhnliche Weise.

Fig. 21. Dies letztere Verfahren lässt sich leicht auf die beiden ersteren oben behandelten Fälle anwenden, und kann dadurch der Gebrauch der schiefen Thürgerüste vermieden werden. Hierzu macht man zuerst eine rechtwinkelige Wendung, wie im zweiten Falle, und alsdann aus dieser (welche, nur als Hülfsgang dienend, nicht verlängert zu werden braucht) mit Hülfe gerader Thürgerüste eine schiefe Wendung, wie so eben beschrieben ist.

Bemerkungen über die schiefen Wendungen.

Wenn das Erdreich schlecht ist, kann man sich nur des schiefen Thürgerüstes als einzig zuverlässigen Mittels zur Ausführung einer schiefwinkeligen Wendung bedienen. Dies geht schon aus der Schwierigkeit hervor, welche alsdann mit der Aufstellung eines geraden Thürgerüstes verbunden ist, und auf jeden Fall stets an der Decke oder an der Seiten-Verkleidung gewisse Stellen ohne Unterstützung lassen wird.

Ist aber das Erdreich haltbar genug, um keine Verkleidung zu erfordern, oder wenigstens die Bewerkstelligung derselben erst nach der Ausgrabung des Ganges zu erlauben, (ein Fall der häufig eintrifft), so vereinfacht sich das ganze Verfahren dahin, dass man die Thürgerüste näher an einander stellen kann. Alsdann ist, wenn nur mit geraden Thürgerüsten gearbeitet wird, der Austritt nicht unumgänglich nothwendig, sondern man stellt nur das erste Thürgerüst auf, um die Decke des Wendungs-Getriebes zu tragen.

In diesem besonderen Falle eines guten Erdreiches kann man sich sogar, wenn der Wendungs-Winkel bedeutend gross ist, z. B. 60—90 Grad, der sehr einfachen Zeichnung der 23sten Figur bedienen, welches sich übrigens selbst in mittlerem Boden nicht ausführen liesse, weil hier ein Theil der Decke des ersten Getriebes der Wendung nicht unterstützt ist, und dessen Grösse in dem Grade zunimmt, wie der Winkel der beiden Richtungen kleiner wird.

Veränderung des Mineganges
mit Beibehaltung derselben Richtungslinie.

Um in der Verlängerung eines Mineganges einen andern von abweichenden Dimensionen zu führen Fig. 24, bedarf es keiner weitern Vorkehrung, als das erste Thürgerüst des neuen Ganges unmittelbar an dem letzten des ersten aufzustellen, und beiden eine gleiche waagerechte Lage zu geben. Durch Hülfe kleiner schiefer Spannlatten befestiget man provisorisch die Thürstöcke dieses ersten Thürgerüstes, und verschliesst alsdann den klei-

nen Raum, der möglicher Weise oberhalb seiner Kappe leer stehen kann, mit einem oder mit zwei Verkleidungsbrettern.

Eintheilung der Getriebe
eines Minenganges.

Die Eintheilung der Getriebe eines Minenganges sollte eigentlich ihrer Ausführung vorangehen; doch behielten wir es uns vor, diese Verrichtung erst hier zu erklären, weil die ihr vorangehenden Details sie leichter verständlich machen. Der mit dieser Arbeit beauftragte Offizier muss vermittelst Tracirung und Nivellirung, die verschiedenen horizontalen und verticalen Längenmaasse bestimmt haben, die zur Ausführung dieses Geschäfts zu wissen nothwendig sind.

Data. Sei A B Fig. 25 die Achse oder Mittellinie eines Minenganges, und ihre Total-Länge 40,00 Metre. Durch einen Brunnen gelange man zum Punkte A; vom Punkte C aus, 15,00 M. vom Punkte A entfernt, gehe ein Nebengang, in senkrechter Richtung; vom Punkte D, ebenfalls 15,00 M. von C entfernt, gehe ein grosser Zweig, welcher mit dem Minengange einen Winkel von 45° beschreibt. A C sei ein grosser Gang, C D ein Nebengang und B B ein grosser Zweig. Endlich betragen die Nivellirungs-Höhenzahlen (Cotes) der Punkte A, C, D, B, in Bezug einer und derselben Vergleichungsebene, die über diese Punkte geht:

Für den Punkt A . . . . 10,50 Metre.
— — — C . . . . 9,10 —
— — — D . . . . 10,40 —
— — — B . . . . 10,80 —

Das Terrain steigt von A nach C, 1,40 M.; von C nach D fällt es, 1,30 M. und von D nach B fällt es 0,40 M. Wir gehen jetzt zur Behandlung der einzelnen Theile über.

Theil A C. Fig. 26. Von der Total-Länge desselben, 13,00 Metre, nimmt man:

1) Die halbe Breite des Brunnens im Lichten	0,66 M.	} 1,55 Metre.
2) Die Dicke des unteren Brunnen-Rahmens	0,12 -	
3) Die halbe Breite des Wendungs-Getriebes C	0,64 -	
4) Die Dicke der letzten Schwelle des Ganges A C	0,13 -	

Es bleiben also 13,45 Metre übrig, welche 13 Getriebe, jedes von 1,035 M. abgeben.

Im Allgemeinen ist est unwesentlich, dass die Getriebe genau die nämliche Länge haben; auch giebt man ihnen oft eine etwas von einander abweichende Länge, wenn man in der Bestimmung dieser Längen, Millimetre vermeiden kann. Z. B. anstatt 13 Getriebe jedes von 1,035 M. macht man 7 von 1,03 M. und 6 von 1,04 M. In allen diesen Fällen, muss der Mineur ein genaues Maass von der Entfernung haben, die er zwischen den Thürgerüsten lassen soll. Wenn er nahe an das Ende einer jeden Gang-Abtheilung gekommen ist, verificirt er ihre Länge und ihren Fall, und vertheilt die möglicherweise begangenen Fehler auf das letzte oder auf die zwei oder drei letzten Getriebe.

Theil C D. Fig. 27. Man construirt nun den Musterriss der schiefwinkeligen Wendung die in D geöffnet werden soll, und findet man z. B. dass nach disem Riss das letzte Thürgerüst des Minenganges C D, 0,23 M., vom

Puncte D entfernt ist, so setzt man von der Total-Länge von C nach D, die hier zu 15,00 Metre angenommen ist, folgende Grössen ab:

1) Die halbe Breite des Wendungsgetriebes C	0,64 M.	1,11 Metre.
2) Die Dicke des Thürgerüstes zu dem grossen Minengange, welches ausser dem Puncte C liegt, um das Wendungs-Getriebe zu verfertigen . , . . .	0,13 –	
3) Die Entfernung des Punctes D vom letzten Thürgerüste . . .	0,23 –	
4) Die Dicke des letzten Thürgerüstes im Gange C D . . .	0,11 –	

Es bleiben also 13,89 Metre übrig, die 14 Getriebe, jedes zu 0,992 Metre abgeben.

Theil D B. Fig. 28. Man misst, auf dem Musterrisse der schiefen Wendung, die Entfernung des Punctes D von der inneren Seite des Thürgerüstes zu dem Nebengange ab, welches über den Punct D hinausgelegt ist, um das Wendungsgetriebe zu verfertigen, und findet man nun z. B. dass diese Entfernung 1,37 M. beträgt, so setzt man von der Total-Länge D B, die hier 10,00 M. beträgt, folgende Längen ab:

1) Die Entfernung von D bis zum Thürgerüste jenseits D	1,37 M.	1,57 Metre.
2) Die Dicke des Thürgerüstes zu dem Nebengange welches jenseits D placirt ist	0,11 -	
3) Die Dicke des letzten Thürgerüstes in B	0,09 -	

Es bleiben also 8,43 Metre übrig, welche 8 Getriebe, jedes von 1,054 M., abgeben.

Fall eines jeden Ganggetriebes. Aus dem vorhergehenden ist es einleuchtend, dass der Theil A C für jedes Getriebe um 1,40 M. dividirt durch 13, oder 0,108 M. steigen wird; ferner dass der Theil C D für jedes Getriebe um 1,30 Metre dividirt durch 14, oder 0,093 M.; und endlich der Theil D B, um 0,40 Metre dividirt durch 8, oder 0,05 M. fallen wird. Die Differenzpflöcke, welche zur Regulirung dieser verschiedenen Puncte bestimmt sind, müssen mit einer vollkommenen Genauigkeit gemacht, und so viel wie möglich kubisch seyn, um auf diese Weise jeden Irrthum zu vermeiden, welcher beim Niederlegen derselben eintreten könnte.

Bau eines zu Tage gegrabenen Minenganges.

Einen Minengang zu Tage miniren (construire à ciel ouvert) heisst, einen Graben von oben herab bis auf die für die Sohle desselben bestimmte Tiefe ausheben, in ihm den Minengang bauen, und ersteren darauf wieder zuwerfen. Diese Arbeit wird mit Rücksicht auf das zu bearbeitende Erdreich auf folgende Weise ausgeführt.

Erster Fall. — Bau in gutem Erdreich.

Nachdem die Richtung des zu bauenden Minenganges auf dem Erdreiche durch Pflöcke tracirt, und dessen Tiefe unterhalb bestimmter Puncte gegeben ist, hebt man einen Graben von dieser Tiefe aus, dessen untere Breite gleich der äussern des zu bauenden Minenganges ist. Hierbei beobachtet man an den Seiten, Bermen oder

Absätze von 1 Metre Breite anzubringen, von denen der eine 2 M. höher als der andere liegt. Sie dienen sowohl zur Verhinderung des Einstürzens der Erde, als auch zur Aufnahme und zum weiteren Transport der aus dem Graben kommenden Erde. Auch trägt man Sorge, eine ähnliche Berme zwischen der ausgeworfenenen Erde und dem Grabenrande zu lassen. Hierauf trägt man die Richtungslinie auf der Sohle des Grabens mit Hülfe mehrerer Pfähle über und nivellirt den Boden, damit er allenthalben gleiche Tiefe erhalte. Man stellt alle Thürgerüste auf, verkleidet sie, und wirft endlich den Graben zu, indem man anfangs behutsam zu Werke geht, um nicht die Lage der Gerüste zu verschieben.

Zweiter Fall. — Bau in schlechtem Erdreich. Fig. 29, 30, 31.

In diesem Fall ist man gezwungen, den Graben zu verkleiden auf dessen Sohle der Minengang gebauet werden soll; wobei auf folgender Weise verfahren wird:

Erforderliche Minenhölzer. Man verfertigt Ohrrahmen-Schwellen von ungefähr 4,00 Metre Länge und von 0,20 M. ins Gevierte, von denen jede in ihrer Mitte einen Sägeschnitt und an ihren Enden zwei bis auf die Hälfte des Holzes gehende Ausschnitte erhält, die nach der äussern Breite des zu verfertigenden Minenganges von einander entfernt sind. Ferner verfertiget man eine gewisse Anzahl sogenannter Längenbalken (longrines) von gleicher Stärke ins Gevierte mit den vorhergehenden, oder auch etwas schwächer und von einer Länge, die sogleich bestimmt werden wird; und endlich eine bedeutende Anzahl gewöhnlicher Brunnenrahmen, deren Breite im Lichten gleich der äussern Breite des

zu führenden Minenganges seyn muss; z. B. 1,32 M. für einen grossen Minengang.

Legung der Schwellen und Längenbalken. Man legt die Ohrrahmen-Schwellen lothrecht auf die durch Pfäble bezeichnete Mittellinie des Minenganges, und giebt ihnen von Mitte zu Mitte eine gegenseitige Entfernung von 1,56 M. Ihre Sägeschnitte befinden sich in der Richtung der Mittellinie des Ganges, und jede Schwelle liegt für sich waagerecht. Rücksichtlich ihrer gegenseitigen waagerechten Lage, behält man merkbar unter ihnen den Fall des Erdreichs bei, auf den sie ruhen. Die richtige Lage aller dieser Schwellen bewahrt man durch Pflöcke, die sowohl an ihren Enden als in der Nähe der Ausschnitte eingeschlagen werden. Endlich legt man in diesen Einschnitten die Längenbalken, deren Länge so viel wie möglich einigemal genau die Entfernung der Schwellen von einander in sich enthalten muss, damit sie sich mit ihren Enden in der Mitte gedachter Ausschnitte vereinigen können.

Ausgrabung. Man führt die Ausgrabung auf der ganzen Länge des Minenganges aus, als wenn eine Reihe von gewöhnlichen Minen-Brunnen auszugraben wären, indem jede Brigade den zwischen zwei oder drei aufeinander folgenden Schwellen begriffenen Raum einnimmt.

Legung der Brunnenrahmen. Mit Hülfe einer Wasserwaage bestimmt man den Unterschied des Niveaus, welcher zwischen der höchsten und jeder der andern Schwellen Statt findet, und berechnet die Entfernung einer jeden von ihnen bis zu einer ersten horizontalen Reihe von Rahmen, von der wir hier annehmen, dass sie 1 M. unterhalb der höchsten Schwelle belegen ist. Bei sehr bedeutend fallendem Erdreiche theilt man die

Total-Länge des Grabens dergestalt in mehrere Abschnitte ein, dass zwischen den höchsten Schwellen zweier auf einander folgender Abschnitte 1 M. Unterschied im Niveau Statt findet, und dass also die ersten Reihen der Rahmen, indem sie mit diesen Abschnitten correspondiren, 1 Metre unter einander liegen.

Die successiven Reihen von Brunnenrahmen werden auf gleiche Weise gelegt, als wenn man mit einer Folge von aneinander liegenden Brunnen zu thun hätte. Rücksichtlich der ersten Reihe legt man die Schwellen unter den Längenbalken, und lässt die Sägeschnitte der Kappen genau die der Schwellen decken, welche auf der Oberfläche des Erdreichs gelegt sind. In jeder Reihe richtet man die Sägeschnitte aller quer über den Graben gelegten Hölzer mit einander ein.

Die Zwischenräume oder Entfernungen zwischen diesen verschiedenen Reihen von Brunnen-Rahmen müssen dergestalt bestimmt werden, dass sich die untere Reihe 0,30 oder 0,40 M. oberhalb der Sohle des Minenganges befindet.

Die Verkleidungsbretter des letzten Zwischenraumes müssen nach unten über diese Reihe von Rahmen hervorragen und bis zur Sohle des Ganges gehen. Hat letztere eine bedeutende Neigung, so kann der Fall eintreten, dass man in den unteren Theilen eine oder mehrere Reihen von Rahmen mehr als in den andern Theilen legen muss, doch beobachtet man rücksichtlich der letzten Reihe von Rahmen stets die nämliche Vorsicht mit den untern Verkleidungsbrettern.

Aufstellung der Thürgerüste des Minenganges. Nachdem die Gangsohle in ihrer ganzen Ausstreckung geebnet, und die Richtung der Mittellinie auf selbige abgetragen ist, theilt man die gegenseitige Entfernung

der Thürgerüste so ein, dass sie ungefähr 1 M. beträgt, und dass die Thürgerüste nicht auf den von den Rahmen eingenommenen Lagern gerathen; dies erfordert ein geringes Hin- und Herrücken, welches man an Ort und Stelle vornimmt. Darauf legt man alle Schwellen der Thürgerüste, stellt ihre Thürstöcke auf; verbindet sie mit Spannlatten nach den hierüber früher gegebenen Vorschriften; legt alle Kappen, und befestiget die Lage der Thürgerüste durch Pfändekeile die zwischen die Thürstöcke und die Rahmen des Grabens eingetrieben werden.

Verkleidung des Minenganges. Man schiebt an jeder Seite der Thürgerüste eine Reihe von Seitenbrettern ein, nimmt die letzte Reihe von Rahmen weg und stützt die Bretter, welche über diese Rahmen hinausreichen sollten, gegen die Bretter des Minenganges. Man legt hierauf eine zweite Reihe von Seitenbrettern und nimmt die Verkleidung des Grabens in dem Maasse hinweg, wie die des Minenganges sich erhebt, bis letztere zur Höhe der vorletzten Reihe von Rahmen gekommen ist; alsdann nimmt man vollends die Verkleidungsbretter des Grabens weg, steift die Verkleidung des nächstletzten Getriebes ab, schiebt abermals eine Reihe von Brettern hinter die Thürgerüste, nimmt darauf die Steifen weg, und fährt auf diese Weise bis zum Ende fort.

Zuwerfung des Grabens. Sobald die Verkleidung bis zur Höhe der Thürgerüstkappen gestiegen ist, legt man die Deckbretter in der ganzen Länge des Minenganges und fängt mit dem Zuwerfen des Grabens an Von Zeit zu Zeit zieht man einige Verkleidungsbretter des Grabens weg, doch so dass sie ungefähr 0,40 oder 0,50 M. in der Erde stecken bleiben, damit man später die Rahmen leichter wegnehmen kann, wenn sie von

der Erdanschüttung berührt werden, ohne gezwungen zu seyn, die obere Verkleidung abzusteifen. Nach vollendeter Erdanschüttung entfernt man endlich die Schwellen und die Längenbalken.

Gebrauch der Hebeleiter (pied de chevrette). Fig. 32. Wenn die Verkleidungsbretter des Grabens sehr stark auf einander anschliessen, so bedient man sich zu ihrer Wegnahme eines Geissfusses und einer Hebeleiter. Dies Instrument besteht aus einem Stück Holz von 1,50 bis 2,00 M. Höhe, 0,30 M. Breite, und 0,10 M. Dicke, in dessen Mitte seiner Breite sich ein Einschnitt befindet, der zum Durchstechen des Geissfusses dient, und dessen Seiten mit mehreren Löchern zur Aufnahme eines Bolzens versehen sind, auf welchen man den Geissfuss stützt.

Bau eines (mit Holz verkleideten) Kreuz- oder Versammlungsgewölbes, (case).

Im Vereinigungs- oder im Durchschnittspunkt mehrerer Minengänge pflegt man eine gewisse Art von Kammern zu bauen, die nach der Anzahl der sich hier vereinigenden Gänge mehr oder weniger geräumig sind und entweder ihrer Figur oder ihrer Bestimmung nach den Namen Kreuz- oder Versammlungsgewölbe erhalten. Sie dienen sowohl zur Versammlung der Mineure, als auch zur Aufbewahrung von Geräthschaften, zu Ablösungs-Stationen der Karrenschieber u. s. w. befinden sich gewöhnlich unter einem Hauptbrunnen eines Minensystemes und bekommen im Allgemeinen bei Vereinigung von 3 oder 4 Minengängen eine Weite von 2 M., bei der von mehr

als 4 Gängen 3 M. im Lichten. Durchschneiden sich zwei Minengänge rechtwinkelig, so giebt man dem Gewölbe eine viereckige, vereinigen sich aber 3 oder 5 Gänge, eine dreieckige oder fünfeckige Gestalt.

Indem ich jetzt zur Beschreibung des Baues übergehe, wird hier der Fall angenommen, dass sich die beiden Minengänge A B und C D, Fig. 33 und 34, rechtwinkelig durchschneiden, das Gewölbe also 2 M. im Lichten erhalten soll.

1) Man spannt zwei Schnüre A B und C D nach der Richtungslinie aus, und setzt von ihrem Durchschnittspunkt F aus einen Metre nach F a, F b, F c und F d ab, so dass die Punkte a, b, c, d die Weite des Gewölbes im Lichten bezeichnen.

2) Ausserhalb dieser Punkte legt man perpendiculair auf den respectiven Richtungslinien der Minengänge die Schwellen R und S, von denen erstere eine Länge von 2, letztere die von 2,32 M. erhält, vorausgesetzt, dass sie die Breite des Gewölbes + der der beiden Schwellen R einnehmen soll.

3) Auf jeder Schwelle R richtet man zwei Thürstöcke o nebst ihren Kappen k auf, und auf jeder Schwelle s die 4 Thürstöcke q mit ihren Kappen h h.

4) Darauf legt man auf die Kappen h h die Balken i, und auf diese die Deckbretter, alles wie die Fig. 34 vorstellt, welche zugleich auch die Lage der angränzenden Thürgerüste der Minengänge A, B zeigt.

5) Alle übrige Arbeiten ergeben sich aus dem in den vorhergehenden Abschnitten Gesagten, über den Bau der Minengänge u. s. w.

Die Schwellen erhalten ins Gevierte	0,11	auf 0,16	M.
Die Thürstöcke und Kappen	0,16	— 0,16	—
Die Balken	0,19	— 0,19	—

Erstere drei werden mit einander durch Zapfen und Zapfenlöcher verbunden.

Bau der Minengänge
von Mauerwerk.

Bei unbedeutender Tiefe eines Minenganges von Mauerwerk, z. B. von 3 oder 4 Metre, gräbt man ihn nach der eben beschriebenen Verfahrunsweise zu Tage. Im entgegengesetzten Falle aber wird er unterirdisch geführt, indem man ihn zuerst mit Holz ausbauet, später aber in ihn den Minengang von Mauerwerk aufführt. Dies geschieht auf folgende Art:

Bau des Minenganges von Holz. Fig. 35-40. Man berechnet die Dimensionen eines hölzernen Minenganges, welcher im Stande ist im Lichten die äussere Breite eines gemauerten Minenganges aufzunehmen. Hätte letzterer z. B. eine Breite von 1,00 Metre, betrüge die Stärke seiner Pfeiler 0,50 Metre, und die Höhe bis unter dem Schlussstein 1,50 Metre, so wie endlich die Stärke des Gewölbes 0,35 Metre, so erfordert der hölzerne Minengang 2,00 Metre zu seiner Breite und 2,00 Metre zu seiner Höhe im Lichten. Demnach erhalten die Minenhölzer folgende Stärke ins Gevierte:

Thürstöcke	0,15	auf 0,15	Metre.
Schwellen	0,15	— 0,12	—
Kappen	0,15	— 0,18	—

Man führt diesen Minengang wie einen gewöhnlichen und trägt dabei Sorge den Deckbrettern einen Vorsprung von 0,20 Metre über die erste Kappe eines jeden Getriebes zu geben, damit sie auf den Helf-Thürstöcken, die später gesetzt werden, ruhen können.

Ersetzung der Thürgerüste. Man legt unmittelbar neben jeder Schwelle und mit ihr in gleichem Niveau und Alignement eine neue Schwelle deren Länge im Lichten der Breite des zu mauernden Minenganges gleich ist; stellt auf dieser Schwelle zwei neue Thürstöcke auf und legt darauf die neue Kappe, auf der die Deckbretter mit ihrem Aussprung von 0,20 Metre ruhen. Nun verbindet man alle diese neuen Thürgerüste durch Spannlatten, unterstützt die Verkleidung des Minenganges durch Bohlen, die dicht neben den ersten Thürstöcken stehend angebracht und durch Hülfe von zweier Reihen Steifen angepresst werden, und nimmt alsdann alle Hölzer der ersten Thürgerüste weg.

Bau der Pfeiler. Das Fundament der Bogenpfeiler hat gewöhnlich 0,20 Metre Tiefe und unten eine Einziehung von 0,20 Metre. Nach dessen Aufführung, erhöhet man die Pfeiler, und zieht, je nachdem diese höher werden, die Verkleidungsbretter des unteren Theils des Minenganges heraus. Gleichzeitig nimmt man die Steifen weg, welche der Aufführung der Seitenpfeiler hinderlich seyn könnten.

Anbringung der Stützen. Man ersetzt die Thürstöcke durch Stützen und lässt deren unteres Ende auf Keilen oder Untersätzen ruhen, die auf den äusseren Theil der Seitenpfeiler gelegt sind, der über die Stärke des Gewölbes hinausgeht. Die Bohlen, welche den übrig gebliebenen Theil der Verkleidung unterstützen, lässt man entweder unmittelbar oder auf Keilen gegen die Seiten-

pfeiler ruhen, und nimmt darauf die untere Reihe Steifen weg.

Bau des Gewölbes. Sobald die Seitenpfeiler ihre gehörige Höhe erhalten haben, schreitet man zum Bau des Gewölbes. Hierzu sind 4 Tamboure oder paarweise mit einander verbundene hölzerne Leerbögen erforderlich, von denen jeder aus einem horizontalen Rahmen von 1,00 Metre Breite und 0,50 Metre Länge besteht, an dessen langen Seiten zwei Leerbögen aus Brettern angenagelt sind, welche unter sich wiederum durch zwei Dübel (douelles) verbunden sind. Jeder dieser Tamboure bedarf zweier Böcke von der Höhe der Seitenpfeiler und einer Breite von 0,50 Metre.

Zwei dieser Tamboure stellt man neben einander auf ihren Böcken ungefähr in die Mitte der Länge des Minenganges gegen die Seitenpfeiler, und erhält sie durch Spannlatten in ihrem gegenseitigen Abstande; darauf fangen zwei Mineure die Ausmauerung des Gewölbes an, indem sie anfangs an dem ihnen gemeinschaftlichen Theil arbeiten, später aber jeder sich gegen eins der Enden des Minenganges wendet. Jeder dieser Mauerer übermauert auf diese Art seinen Tambour, und richtet dieses erste Mauerwerk zur Verbindung mit den folgenden Bögen vor; darauf bringt er einen zweiten Tambour neben dem ersteren an, bedeckt ihn ebenfalls mit Mauerwerk, und stellt, nachdem er den ersten weggenommen hat, ihn wiederum auf der andere Seite des zweiten auf. Auf diese Weise fährt er fort bis er an das Ende des Minenganges gelangt.

Wegnahme der Minenhölzer. Während dieser Ausmauerung des Ganges, nimmt man die Verkleidungsbretter, Bohlen und Steifen weg, sobald sie überflüssig werden, und beobachtet dasselbe nach jedem laufenden

Metre des geschlossenen Gewölbes mit den Stützen, Kappen und Deckbrettern, die sich in diesem Theile des Gewölbes befinden. Da letzteres gefährlich ist, so erfordert diese Wegnahme viele Gewandtheit. Glückt sie, so werden auf diese Weise alle Hölzer des provisorischen Minenganges entfernt.

Sollte das Erdreich aber schlecht seyn oder keine Festigkeit haben, ist man genöthiget die Wegnahme der Minenhölzer zu unterlassen, und zwar nicht allein wegen der Gefahr, worin die Mineure dadurch gesetzt würden, sondern auch um das Mauerwerk zu schonen, welches, da es noch nicht trocken ist, durch den Stoss der fallenden Erde beschädiget werden könnte.

Bau eines Zweiges mit holländischen Rahmen oder Gestellen.

Die sogenannten holländischen Rahmen, Fig. 41 und 42, unterscheiden sich hauptsächlich von den gewöhnlichen Thürgerüsten darin, dass sie aus Brettern oder Bohlen gezimmert werden und hart aneinander gestellt, zugleich dem Zweige als Verkleidung dienen. Sie erhalten eine Höhe von 0,80 M. und im Lichten eine Breite von 0,65 M. und haben in ihrer Schwelle und Kappe Zapfenlöcher in denen die Zapfen der Thürstöcke passen. Je nachdem man den Zweig treibt, sind die Einschnitte für diese Zapfen und Zapfenlöcher entweder rechtwinkelig für einen söhligen oder schiefwinkelig für einen fallenden oder steigenden Zweig, so dass die Thür-

stöcke allzeit senkrecht stehen, während die obere Fläche ihrer Schwelle der Neigung des Erdreichs folgt.

Sobald der Mineur das Lager eines solchen Rahmens ausgegraben hat, setzt er letzteren auf folgende Weise:

Er ebenet zuerst das Lager der Schwelle, legt dann selbige in gleicher Fläche mit den vorhergehenden Schwellen, wozu er sich eines recht geraden Richtscheits u. s. w. bedient, und beobachtet zugleich dass ihr Sägeschnitt genau in die Richtung der Achse des Zweiges fällt. Alsdann setzt er den einen der Thürstöcke, dann die Kappe und endlich den zweiten Thürstock, worauf er mit einem Bleilothe die Stellung des ganzen Gerüstes untersucht und berichtiget.

Die ersten Rahmen müssen mit besonderer Vorsicht gelegt werden, daher man sie mit Hülfe einer Wasserwaage, gegenseitig in Niveau bringt und ihre Neigung mit einem Schrägemaasse oder einer Schmiege berichtiget, deren eine Seite auf der Schwelle ruht, während die andere aufrecht steht.

Bau eines Brunnens genannt puits à la Boule.

Dieser Brunnen, Fig. 43 und 44, der auch Angriffs-Brunnen (puits d'attaque) genannt wird, weil der angreifende Mineur sich seiner häufig bedient, hat im Lichten eine Breite von 0,80 M. Seine Rahmen oder Geviere bestehen aus 4 Brettern von 0,04 M. Dicke und 0,25 bis 0,30 M. Breite, die mit einander durch Einschnitte, die

die Hälfte ihrer Breite betragen, auf ähnliche Weise verbunden sind, wie die Joche und Kappen eines Rahmens zu gewöhnlichen Brunnen. Diese Rahmen dienen zugleich zur Verkleidung, doch reihet man sie der grossen Schwierigkeit wegen nicht aneinander, sondern legt sie entweder mit einem ihrer Breite gleichen Zwischenraum (tant plein que vide) oder, wenn die Festigkeit des Erdreichs es erlaubt, mit einem Zwischenraum von 1 M.

Nachdem der Ohrrahmen wie der eines gewöhnlichen Brunnens gelegt ist, gräbt man das Lager des ersten Rahmens und lässt ihn unmittelbar an den Ohrrahmen schliessen, darauf gräbt man das Lager der übrigen Rahmen, und giebt, der Aushöhlung so viel als möglich eine gleiche Breite mit der Aeusseren des Rahmens. Die Rahmen selbst werden ungefähr wie die gewöhnlichen Brunnen-Rahmen gelegt indem man zwischen sie und die Erde Keile eintreibt, um ihre Sägeschnitte genau in senkrechter Richtung mit denen des Ohrrahmens zu bringen.

Wenn es mehr auf eine hurtige Beendigung als auf Vollkommenheit der Arbeit ankommt, beobachtet man nicht die gleich weite Aushebung hinter den Rahmen, sondern man macht gleich die Höhlung breiter und giebt den Rahmen durch eine grössere Anzahl von Keilen ihre erforderliche Festigkeit.

Sollte das Erdreich sehr schlecht seyn, so können die eben erwähnten Rahmen wegen der Schwierigkeit ihrer Zusammenfügung nicht angewandt werden. In diesem Falle ist es vortheilhafter die Brunnen von 0,80 M. auf gleiche Weise wie die gewöhnlichen Brunnen zu graben und zu verkleiden.

Ausbesserung der mit Holz verkleideten Minengänge.

Die Minenhölzer verderben stets nach Verlauf einer gewissen Zeit, die für gutes Eichenholz nach *Gumpertz* und *Lebrun* 3 Jahre in einem abwechselnd trockenen und nassen Minengang, und 5 bis 7 Jahre in einem immer trockenen oder feuchten Gang beträgt. Ausserdem kann die Verkleidung auch durch das Spielen von benachbarten Minenöfen beschädiget worden seyn; daher oft nachstehende Ausbesserungen vorzunehmen sind:

Eine Kappe zu ersetzen. Fig. 45. Man setzt ein Helf-Thürgerüst (einen Einwechsler) neben der schadhaften Kappe, stützt dessen Thürstöcke gegen die schon stehenden; treibt Keile zwischen die Deckbretter und die Kappe des Helf-Thürgerüstes ein, nimmt die alte Kappe und legt eine neue an ihren Platz. Zu dieser Verrichtung ist es zweckmässig die Deckbretter, welche auf der zu ergänzenden Kappe ruhen, durch eine Hebeeinrichtung zu lüften und sie, so wie dies geschehen ist durch Keile, die auf die Kappe des Helf-Thürgerüstes gelegt werden, zu unterstützen.

Einen Thürstock zu ersetzen. Man stellt ein Helf-Thürgerüst neben den zu ersetzenden Thürstock, steift die Thürstöcke des ersteren gegenseitig ab, und treibt Keile zwischen jenen und den beiden Seiten-Verkleidungen ein, unterstützt darauf die auf dem schadhaften Thürstock ruhende Kappe durch Hülfe einer Wucht oder Stütze, die neben den schadhaften Thürstock gestellt wird; nimmt letzteren weg und setzt einen anderen an seine Stelle; worauf nur noch die zu dieser Arbeit gebrauchten Hölzer nach und nach wegzunehmen sind.

Eine Schwelle zu ersetzen. Man stellt ein Helf-Thürgerüst neben die zu ersetzende Schwelle und treibt einige Keile zwischen dessen Kappe und der Decke; steift die Thürstöcke ab, welche auf der schadhaften Schwelle ruhen, macht letztere frei und nimmt sie weg. Darauf legt man die neue Schwelle und lässt ihre Enden auf stark eingetriebenen Pfändekeilen (coins mariés) ruhen, damit der Fuss der Thürstöcke genau in den Einschnitten der Schwelle passe; endlich umgibt man diese Schwelle mit Erde und nimmt die Steifen und das Helf-Thürgerüste weg.

Einen Theil der Verkleidung zu ersetzen. Man nimmt das verdorbene Brett entweder ganz oder theilsweise weg und unterstützt, wenn es ein Seitenbrett ist, das sich oberhalb desselben befindliche, gräbt mit einer Ochsenzunge entweder oberhalb der einen Kappe oder hinter dem einen Thürstocke die zur Einführung eines der Enden des neuen Brettes hinreichende Höhlung aus, und bringt darauf das andere Ende hinter den andern Thürstock, dergestalt dass das Brett gleichförmig auf beiden Kappen oder hinter beiden Thürstöcken des Getriebes ruhet, in welchem man arbeitet.

Das Wasser aus den Minengängen zu leiten.

Ein natürliches Hinderniss im Minenbau ist das zutretende Wasser. Rührt solches nur vom Durchsickern des auf dem Horizont befindlichen Regenwassers u. s. w. her, so bedarf dessen Ableitung einer längs dem Gange ausgegrabenen Rinne, auf deren Erhaltung stets zu se-

hen ist. Diese Rinne endigt sich in einem unter dem Brunnen angebrachten Wasserloch.

Ist der Zufluss bedeutender, und sind die Gänge steigend oder fallend, so bringt man an den tiefsten Stellen kleine Brunnen an, wohin das Wasser in einem dazu gelegten *Gerinne* geleitet wird. Ein solches aus Spünde-Brettern zusammengeschlagenes Gerinne hat einen Boden und zwei Seitenwände *(Backen)*, deren Höhe und Weite sich nach dem Gebrauch richtet. Damit das Wasser nicht auf den zusammenstossenden Puncten zweier solcher Rinnen durchsickern kann, schneidet man die Bretter der Backen an ihren beiden Enden $2\frac{1}{2}$ bis 3 Centimetre breit und ungefähr $\frac{2}{3}$ Centimetre tief ein, legt einen Spahn in diesen Einschnitt, und heftet diesen mit 3 oder 4 Haspen fest; alle übrigen Lücken verstopft man mit Moos.

Nimmt das Wasser mehr zu, so vertieft man den Brunnen, und lässt daselbst durch einen an dem Hornhaspel hängenden Wassereimer das Wasser fortwährend ausschöpfen.

Bau eines Minenganges
in einem Boden, der keiner Verkleidung bedarf oder der sich selbst unterstützt.

Bedarf das Erdreich, in welchem ein Zweig oder Gang getrieben werden soll, keiner Verkleidung, so giebt man der Decke die Gestalt einer vollkommen halben Bogenrundung, Fig. 46, und bedient sich bei der Aushöhlung eines hölzernen Modells als Richtschnur. Ferner schlägt man in der vorgeschriebenen Richtung und

im Niveau, von Metre zu Metre, Pfähle ein, oder wo sich dies nicht thun lässt, wie z. B. in Mauerwerk oder Felsen, lässt man am Eingange des Ganges und in der Richtung seiner Achse zwei Bleischnüre herabhängen, so wie später nach jedem in der Aushöhlung vorgerückten Metre eine dritte Schnur von der Mitte der Wölbung und in der Verlängerung der Direction der beiden ersten Schnüre. Rücksichtlich des Niveau oder des Falls der Sohle, bedient man sich der gewöhnlichen Mittel, um sie so gut als möglich einzurichten.

Der reine und der mit Kiesel vermischte Tufstein erfordert zur Aushöhlung nur die gewöhnlichen Instrumente; dahingegen schlägt man in weichem Stein oder in Mauerwerk, zuerst Rinnen in das auszuhöhlende Medium, und hauet dann mit Hülfe eiserner Keile und eines Hammers oder einer Hammerhaue grosse Stücke aus dem Massiven heraus, welche Verrichtung das *Verschrämmen* des Gesteines genannt wird.

Bau der Minenkammer oder des Minenofens.

Mit dem Namen Minenkammer (fourneau de mine) Fig. 47, belegt man eine in ein Medium gegrabene Höhlung, zur Aufnahme einer gewissen Pulvermenge, die in ihr angezündet werden soll.

Im Allgemeinen legt man sie am Ende eines Zweiges entweder in der Verlängerung desselben oder an einer seiner Seiten an. Der Mittelpunkt der Kammer wird gewöhnlich mit der Sohle des Zweiges im Niveau gelegt, doch giebt man ihm zuweilen eine höhere Lage,

wenn es vortheilhaft seyn sollte, den Mittelpunct der Ladung der Oberfläche des Erdreiches näher zu bringen, oder wenn wegen der Beschaffenheit des Bodens die Ausgrabung des Kasten-Lagers unterhalb der Sohle des Zweiges beschwerlich oder sonst nicht zulässig seyn sollte.

Die Ladung wird in einen kubischen Pulverkasten, Fig. 48, gelegt, der aus einem Boden, einem Deckel und vier Seiten besteht.

Wenn dieser Kasten nur eine Seitenlänge von 0,50 oder 0,60 Metre hat, so bringt man ihn zusammengefügt, und wohl verpicht in die Kammer, sollte er aber grössere Dimensionen haben, so werden seine im voraus abgepassten Theile erst dort vereiniget. Aus diesem Grunde bestehen alsdann der Boden und der Deckel aus einfach an einander gefügten Brettern, die Seitenwände des Kastens aber aus horizontal liegenden Rahmen, die wie die holländischen Thürgerüste, oder wie die Verkleidung eines Angriffsbrunnens zusammen gefügt sind. Im Deckel befindet sich an einem seiner Ränder eine viereckige Oeffnung von 0,10 Metre, die durch einen Schieber verschlossen wird und zum Einschütten der Pulverladung bestimmt ist. An der dieser Oeffnung zunächst gelegenen Seitenwand befindet sich eine andere Oeffnung von 0,08 bis 0,10 Metre im Quadrat zur Einführung des *Kastenzünders* oder des Theils der Leitrinne mit ihrer Zündwurst, welcher in den Kasten hineinreicht.

Nachdem das Lager des Kastens mit gewöhnlichen Werkzeugen ausgegraben ist, legt man zuerst den Boden und darauf den ersten Rahmen zur Bildung der Seiten und umgiebt letzteren mit Erde oder Rasen, damit er eine feste Lage erhalte; dann werden de übrigen Rahmen mit der nämlichen Vorsicht, und endlich der

Deckel gelegt, den man mit Rasen versetzt. Rücksichtlich der im Deckel und in der einen Seitenwand befindlichen Oeffnungen muss Sorge getragen werden, dass sie dem Zweige zugewandt und zugleich zugänglich sind.

Wenn die Minenkammer von bedeutender Grösse ist, oder wenn es an Zeit fehlt, bedient man sich keines Kastens, sondern vertheilt das Pulver in Säcke, die entweder am Ende des Zweiges oder in einem zu dieser Absicht getriebenen Schlag an einem seiner Seiten in Schichten auf einander hingelegt werden.

Dimensionen eines Pulverkastens.

Die Grösse des Kastens wird durch die zur Ladung erforderliche Pulvermenge bestimmt, indem man annimmt dass 64 Pfund Minenpulver den Raum eines Kubikfusses einnehmen. Dies giebt für ein Pfund 27 Kubikzoll oder einen Kubus, dessen Seite 3 Zoll enthält und für 20 Kilogramme einen Kubus von 28 Centimetre Seitenlänge. Die 3te am Ende dieses Buches befindliche Tabelle über die zu den verschiedenen Ladungen sich eignenden Kasten ist nach dem unmittelbar vorhergehenden Verhältniss berechnet worden. Wollte man demnach zur Ladung L die Seite des zu ihr erforderlichen Pulverkastens finden, so giebt $\frac{L}{64}$ die Anzahl Kubikfuss an, welche die Ladung enthält, und $\sqrt[3]{\left(\frac{L}{64}\right)}$ die Länge der Seite des Kastens.

Einige Mineure glauben, dass man durch den Gebrauch eines länglichen Kastens anstatt eines kubischen, einen länglichen Trichter erhalten würde; doch ist dieses noch nicht hinlänglich erprobt worden.

Leerer Raum um die Pulverladung.

Einige im November und December 1799 zu Mainz von dem General Marescot angestellte Versuche [2]) haben gezeigt, dass der um das Pulver herum, in einem gewissen Verhältniss zu dessen Volumen, gelassene Raum, die Wirkung desselben bedeutend vermehren kann. Bei diesen Versuchen hatten alle Minenkammern eine kürzeste Widerstandslinie von 10 Fuss, und waren jede von ihnen mit 100 Pfund Pulver geladen, so wie auf gleiche Weise verdämmt. Die Resultate (mit Ausnahme zweier Anomalien, deren Ursache M angiebt) waren: dass wenn die Pulverkammern um $1\frac{1}{4}$ Fuss bis 4 Fuss an Seitenlänge wachsen, sich die Durchmesser der Trichter um 23 bit 29 Fuss vergrösserten; dass sich die Erschütterungs-Sphäre viel weiter erstreckte, dahingegen die Höhe der Erdgarben von 30 bis auf 8 Fuss abnahmen. Bei einer Vergrösserung der Seitenfläche aber bis zu 6 Fuss nahm die Breite der Trichter ab, auch waren letztere beinahe nicht ausgehöhlt, weil dann ohne Zweifel für diesen Fall die Gränze der ausdehnenden Kraft der Lufträume überschritten war [3]).

Spätere über diesen Gegenstand im Jahre 1803 zu Metz angestellte Versuche unter der Leitung des Batail-

---

[2]) Mémoires de l'Institut national tom. III. sc. math. et phys. Mémorial de l'officier du génie tom. I. No. 1.

[3]) Dies geht, zufolge General Rode, auch aus dem hierüber im Jahre 1820 angestellten Versuche hervor. Bei diesem betrug der Raum der Ladung ungefähr 2, der der erwähnten Leere 123 Kubikfuss, und die Wirkung der Mine stand gegen die bei Verdämmung des leeren Raumes der Kammer, weit zurück.

lons-chefs Breuille haben dahingegen mehrere Anomalien gegeben, daher diese Eigenschaft des leeren Raumes noch nicht hinreichend erkannt ist, um von ihr zur Erhaltung bestimmter Resultate Gebrauch machen zu können; übrigens haben die neuesten Versuche dargethan, dass keine chemische Mitwirkung der Luft bei dem Phänomen der Pulverentzündung Statt findet. Ein Mehreres hierüber im Abschnitt von den Schüssen oder Petarden.

Legung der Leitrinnen oder Brandröhren (augets).

Mit dem Namen Leitrinne, Fig. 49, belegt man kleine hölzerne Rinnen, die zur Aufnahme der Zündwurst bestimmt sind, welche der Pulverladung das Feuer mittheilen soll. Eine Leitrinne hat indwendig eine Höhe von 0,04 Metre und eben soviel Breite, und besteht aus 4 Brettern, die nach ihrem Platz, den sie einnehmen, entweder Sohle, Seitenstück oder Deckel heissen, und von denen jedes ungefähr einen Centimetre Dicke hat. Die Leitrinne muss ungefähr 0,10 Metre in den Pulverkasten hineingehen (welchen Theil man den *Kastenzünder* nennt) und die dazu bestimmte Oeffnung vollkommen ausfüllen.

Mit Hülfe kleiner in einer gewissen Entfernung von einander eingeschlagener Pflöcke und vermittelst Stifte, die durch die Sohle der Leitrinne in die Köpfe der Pflöcke gehen, befestiget man dieselbe auf der Sohle des Zweiges. Zuweilen schlägt man ausserdem auch Pflöcke ge-

gen die Seitenstücke der Rinne, um sie dergestalt noch mehr in der ihr gegebenen Lage zu erhalten.

Die verschiedenen Stücke einer Leitrinne, Fig. 50, müssen an ihren Enden winkelrecht seyn, damit sie genau an einander gefügt werden können, auch muss jede einzelne Rinne stets mit ihrem wohl anschliessenden Deckel versehen, aber nur mit einem Stift befestiget seyn, damit man ihn leichter zur Legung der Zündwurst abnehmen kann.

In feuchten Boden wird die Leitrinne inwendig und auswendig mit warmen Pech bestrichen, besonders wenn die Mine eine Zeit lang geladen stehen soll. Ausserdem sind in ihr in passender Entfernung Stücke Bindfaden angenagelt, um die Zündwurst daran zu befestigen, damit sie nicht die Sohle berühre und sich auch nicht während der Entzündung verschiebe. Letzteres wird in einem trockenen Erdreiche durch Einschlagen kleiner kupferner Stifte bewirkt.

Wenn die Leitrinne ihre Richtung ändert (ein Knie (coude) bildet), so müssen die dadurch entstandenen Zusammenfügungen einfach und zugleich stark seyn. Die 51ste und 52ste Figur zeigen die am häufigsten vorkommenden Knie.

Sollen mehrere geladene Minenkammern auf einmal spielen, so wird das Feuer derselben *abgepasst,* d, h. die Leitrinnen werden dergestalt gelegt, dass sie alle nach einem Punct hinführend gleiche Länge von diesem Puncte bis zu ihren respectiven Kammern haben. Dies geschieht am leichtesten auf folgende Art:

Bei zwei geladenen Minenkammern, Fig. 53, legt man eine Leitrinne so, dass sie an beide Kammern anschliesst, darauf nimmt man ihre Mitte und führt nach ihr die Hauptrinne hin, welche das Feuer zubringt.

Bei drei geladenen Minenkammern, Fig. 54, verfährt man zuerst mit den beiden zunächst an einander liegenden Kammern, wie eben beschrieben, vereiniget den durch die erste Appassung erhaltenen Mittelpunct mit der dritten Kammer, und theilt die ganze Entfernung von der dritten Kammer bis zu einer der ersteren in zwei gleich grosse Theile, worauf man die Hauptrinne nach diesem neuen Mittelpunct leitet.

Bei vier geladenen Minenkammern, Fig. 55, passt man zuerst das Feuer für zwei ab, dann für die beiden anderen, und vereiniget darauf diese beiden für sich bestehenden Feuerleitungen durch eine dritte.

Die Knie der Leitrinne machen die Mittheilung des Feuers langsamer, daher dieser Aufhalt beim Abpassen der Rinnen mit in Anschlag gebracht wird, indem man ein Knie für 8 Centimetre berechnet. Hat daher die eine der abzupassenden Leitrinnen ein Knie mehr als eine andere, so muss sie auch wirklich um 8 Centimetre kürzer seyn, welches dadurch bewirkt wird, dass man den Vereinigungspunct mit der Hauptrinne um 4 Centimetre näher gegen dies Knie legt.

Man hat bemerkt, dass ein rechtwinkeliges Knie die Mittheilung des Feuers noch mehr aufhält, als ein schiefwinkeliges; auch hat die Erfahrung gelehrt, dass zwei Zündwürste, 0,50 Metre von einander entfernt, in einer und derselben Verdämmung liegen können, und dessen ungeachtet eine getrennte Explosion hervorbringen, ohne dass das Feuer der einen sich der andern mittheilt.

Was hier noch über die Leitrinnen rücksichtlich ihrer Anwendung zu den Flatterminen zu sagen wäre, findet man in dem, diesen Gegenstand abhandelnden Abschnitt angeführt.

Ladung und Wirkung der Minen.

Das Laden einer Minenkammer und die Niederlegung ihrer Zündwurst geschieht auf folgende Art:

1. Man breitet die Zündwurst in der Leitrinne aus; steckt einen hölzernen Pflock durch das eine Ende der ersteren; führt dies Ende in den Pulverkasten ein, und legt den Pflock inwendig quer vor die Oeffnung, um das Ausgleiten derselben aus dem Kasten zu verhindern, und befestigt die Wurst entweder durch kleine kupferne Stifte an die Sohle der Leitrinne oder an den im vorigen Abschnitt von den Leitrinnen erwähnten Bindfaden. Wenn zwei Zündwurst-Enden sich vereinigen, so nagelt man sie, nachdem eine jede von ihnen mit einem Messer aufgeschnitten worden ist, zusammen, und bestreut ihren Vereinigungspunct mit Mehlpulver.
2. Man nagelt mit einem kupfernen Hammer den Deckel der Leitrinnen fest, bedeckt darauf die ganze Rinne ihrer Länge nach mit loser Erde, so wie das Ende der Zündwurst, welches aus der Rinne hervorragt, mit einem durch lose Erde in seiner Lage erhaltenen leeren Erdsack.
3. Man bringt das Pulver in ledernen Säcken nach der Kammer, schüttet es durch die mit einem Schieber versehene Oeffnung in den Kasten, schliesst darauf denselben und legt einige Rasen auf dessen Deckel.
4. Zur Erleuchtung dieser Arbeitet bedient man sich einer Wachskerze die in einer Laterne wohl verschlossen ist, oder auch der Davi'schen Sicherheitslampe, und trägt beim Gebrauch der Ersteren Sorge, sie im Augenblick der Ladnng so weit als möglich vom Ofen entfernt zu halten.

Gewöhnliche einfache, oder gehörig geladene Minen

(fourneaux ordinaires).

Unter *gewöhnlichen* Minen, Fig. 56, werden solche verstanden, bei welchen der *Halbmesser des Trichters, der kürzesten Widerstandslinie gleich ist;* da sie seit langer Zeit die vom Mineur allein angewandten sind, haben sie diese Bennung vorzugsweise erhalten.

Die *kürzeste Widerstandslinie* (ligne de moindre résistance, von General Marescot "ligne d'explosion" und von Gay-Vernon "axe d'explosion" genannt, oder schlechtweg die *Widerstandslinie)* einer Mine ist diejenige Linie, welche vom Mittelpunct der Ladung nach dem Punct gezogen wird, in welchem das Spielen der Mine den geringsten Widerstand leidet. In gewöhnlichen Fällen ist diese Linie keine andre, als die kürzeste, oder die vom Mittelpunct der Ladung bis zur Oberfläche des Erdreiches gezogene perpendiculaire Linie.

Die durch das Spielen der Mine entstandene Aushöhlung nennt man, wenn sie sich bis über die Oberfläche des Mediums hinaus erstreckt, den *Trichter* (entonnoir) [*]), den Halbmesser der Trichteröffnung den *Trichter-Halbmesser* (rayon d'entonnoir), und die vom Mittelpunct der Ladung nach einem beliebigen Punct am Rande des Trichters geführte Linie den *Sprengungs-* oder *Explosions-Halbmesser* (rayon d'explosion).

---

[*]) Die Mine selbst erhält daher auch den Namen *Trichter-Mine* zum Unterschied von der, bei welcher die durch Zündung enstandene Aushöhlung im Innern des Mediums verschlossen bleibt, und welche *Quetsch-Mine* genannt wird.

Mit Rücksicht auf die Wirkung der Mine im Innern des Mediums nennt man *Trennungs-Halbmesser* (rayon de rupture) die Entfernung, bis zu welcher ein geladener Ofen einen benachbarten Minengang einstürzen oder zerstören kann. Dieser Halbmesser variirt in seiner Länge nach der Richtung, worin man ihn misst. Neigt sich diese Richtung unter den Horizont, so nennen die Franzosen diesen Trennungs-Halbmesser (rayon sous-horizontal.)

Die *Minengarbe* oder der Auswurf einer gewöhnlichen Mine ist noch nicht hinreichend gekannt; doch pflegt man sie als einen abgestumpften Kegel zu betrachten, der zu seiner obern Basis die kürzeste Widerstandslinie, zum Durchmesser seiner untern Basis aber (die sich im Mittelpunkt der Kammer befindet) die Hälfte dieser Linie hat [5]. Stellt h nach dieser Suppo-

[5]) Ueber die Erdgarbe einer gewöhnlichen Mine herrschen unter den Mineurs verschiedene Meinungen.

Vauban betrachtete sie als einen Kegel, dessen Gipfel im Mittelpunkt der Kammer liegt und fand den Inhalt desselben $= (1,05)\ h^3$.

Mesgrigny, als einen abgestumpften Kegel, Lafebvre (vom Preussischen Ingenieurcorps) erklärte sich für Vaubans Kegel, fügte aber demselben $\frac{1}{7}$ seines Inhalts zu, welches für ihn $(1,20)\ h^3$ ausmachte.

Vallière hielt sie für eine Paraboloide, deren Brennpunkt der Mittelpunkt der Kammer war, und nahm die Formel $(1,90)\ h^3$ an.

John Müller stumpfte diese Paraboloide durch eine Fläche ab, die vom Brennpuncte senkrecht nach der kürzesten Widerstandslinie ging, und fand sie $= (1,84)\ h^3$.

Diese verschiedenen Gestalten der Trichter, veranlassten die Mineure, für die Erdgarbe von einem gleichen Volumen sehr ungleiche Pulverladungen zu bestimmen.

Uebrigens wird es richtig seyn, hier zu bemerken, dass man rücksichtlich einer und derselben Uebungs-Mine, z. B.

sition die kürzeste Widerstandslinie vor, so ist der Inhalt eines gewöhnlichen Trichters $= \frac{11}{6}\, h^3$ oder (1,83) h^3.

Bei dieser Art Kammern ist der Trennungs-Halbmesser in horizontaler Richtung gleich $1\frac{1}{3}$ Mal die kürzeste Widerstandslinie oder $= \frac{7}{4}$ h. In verticaler Richtung ist dieser Halbmesser dem der Sprengung (Explosion) gleich, und wird demzufolge durch $h \sqrt{2}$ ausgedrückt. Rücksichtlich der Richtungen unter dem Horizonte nimmt man an, dass die Endpuncte des Trennungs-Halbmessers auf einer ellipsoidischen Oberfläche belegen sind, die den oben erwähnten horizontalen und vertikalen Halbmesser zu ihren Achsen hat. Jeder Minengang, welcher nach dem Innern dieser Ellipsoide geht, ist also der Trennung in einer mehr oder weniger grossen Länge unterworfen. Im Allgemeinen angenommen, dass die Decke eines söhligen Minenganges in einer Entfernung b unter dem horizontalen Plan belegen wäre, der durch den Mittelpunkt der Kammer geht, und dass dessen Seiten-Verkleidung in einer Entfernung a von der verticalen Fläche durch diesen nämlichen Mittelpunkt läuft; wird sich, wenn man von diesem Mittelpunkt eine senk-

---

von 12 Fuss und von 176 Pfund Ladung, wohl verschiedene Ladungen für die Ergarbe von gleichem Volumen nach der angenommenen Gestalt des Trichters findet, die Berechnung aber eine vollkommen gleiche Ladung bei diesen verschiedenen Hypothesen für eine bezeichnete kürzeste Widerstandslinie geben wird. Wäre letztere = h, so erhält man die Ladung einer gewöhnlichen Mine, welche Gestalt auch für den Trichter angenommen wird, beständig $= \frac{176}{(12)^3}\, h^3$. Dieser Beweggrund, in Vereinigung mit der Einfachheit der Zahlen welche die Hypothese des abgestumpften Kegels dem Gedächtniss zu behalten giebt, hat ohne Zweifel besonders zur Annahme dieser Hypothese beigetragen.

rechte Linie auf die Richtung des Minenganges herunterlässt, die Trennung nach jeder Seite gedachter Linie in einer Entfernung erstrecken, welche durch

$$\sqrt{\frac{49}{16}h^2 - \frac{49}{32}b^2 - a^2}$$

ausgedrückt ist.

Der Minengang wird augenscheinlich in einer dem Doppelten dieser Entfernung gleichen Länge zerstört werden, und der sogenannte Trennungs-Halbmesser unter dem Horizonte mit Rücksicht auf diesen Gang durch

$$\sqrt{\frac{49}{16}h^2 - \frac{17}{32}b^2} \text{ ausgedrückt.}$$

Nehmen wir ferner an, dass ein Brunnen sich in einer Entfernung a vom Mittelpunkte der Kammer entfernt befände; so ist der Umfang dieses Brunnens, in welchem das Spielen zerstörend wirken wird

$$= 2\,\frac{\sqrt{98\,h^2 - 32\,a^2}}{7}$$

und die Entfernung der Kammer von jedem Endpunkt des zerstörten Theiles, d. h. der Trennungs-Halbmesser unter dem Horizont mit Rücksicht auf diesen Brunnen

$$= \frac{\sqrt{98\,h^2 + 17\,a^2}}{7}$$

Sey im Allgemeinen r = die Länge des Trennungs-Halbmessers in einer gewissen Richtung, welche der Winkel φ mit der durch den Mittelpunkt der Ladung gehenden Vertical-Linie bildet, so wird

$$r = \tfrac{7}{4}\,h\,\frac{\sqrt{1 + \text{tang.}^2\,\varphi}}{\text{tang.}^2\,\varphi + \frac{49}{32}}$$

Unabhängig von der Trennung, bringt das Spielen einer Mine ausserdem noch eine unterirdische Erschütterung hervor, die im Stande ist einige Minen-Hölzer

zu zersplittern oder loszureissen, ohne doch den Gebrauch der Minengänge zu hemmen. Wie weit sich aber diese Erschütterung erstreckt, lässt sich noch nicht mit Gewissheit angeben, auch müssen wir bemerken, dass alles rücksichtlich der Trennungs-Halbmesser Gesagte bis jetzt noch nicht hinreichend ergründet ist, sondern dass neue Versuche sehr nothwendig sind, um viel genauere Data zu ihrer Modification nach der Beschaffenheit des Erdreiches u. s. w. u. s. w. zu erhalten.

Berechnung der Ladung einer gewöhnlichen Mine.

Mit Hülfe der am Ende dieses Handbuches befindlichen Tabellen No. 1 und 2 kann diese Berechnung auf folgende Weise geschehen:

1) Man sucht auf der Tabelle No. 1 die Ladung, welche mit der kürzesten Widerstandslinie der betreffenden Mine correspondirt, und ist die Linie z. B. gleich 7,00 M., so findet man 498 Kilogr.

2) Man bestimmt, welche von den in der Tabelle No. 2 bezeichneten Erdarten der, worin die Mine gegraben ist, am ähnlichsten ist, und wägt zu dem Ende ein gewisses Volumen Erde, welches von der Oberfläche des Erdreichs und dann von der Stelle wo sich die Kammer befindet, genommen ist; auf diese Weise erhält man zwei Gewichte, deren Mittelzahl als das Gewicht des gleichen Volumens der auszuwerfenden Erde angenommen wird. Darauf sucht man in der 2ten Tabelle die Erdart, welche der vorliegenden rücksichtlich des Gewichts, der Zähigkeit und der Mischung am nächsten kommt, und

angenommen, dass man die zweite Erdart nämlich *stehender Sand* fände, so erfordert er 0,991 Kilogr. Pulver zum Auswurf eines Kubik-Metres.

3) Man multiplicirt nun die in No. 1 gefundene, der *gewöhnlichen* Erde [6]) entsprechende Ladung von 498 Kilogr. mit dem Verhältniss 1,25, welches in der letzten Colonne dieser Tabelle der zu bearbeitenden Erde entspricht, oder setzt folgendes Verhältniss auf:

(0,793) : (0,991) :: 498 : zur gesuchten Ladung = 622 Kilogr.

Anstatt der Tabelle No. 1 kann man sich auch folgender Regel (*Regel der Mineurs* genannt) bedienen: "*Um die Ladung zu einer gewöhnlichen Mine zu finden, die in gewöhnlicher Erde (diejenige die* 12 *Pfund per Kubik-Toise oder* 0,793 *Kilogr. per Kubik-Metre erfordert) gegraben ist, drücke man die kürzeste Widerstandslinie dieser Mine in Fussmaass aus; kubire diese Zahl, und streiche im Produkt die letzte Zahl rechts, alsdann wird man zur Linken die Pfund-Zahl der Pulverladung haben.*"

Diese practische Regel gründet sich auf die Annahme, dass in gleichförmigen Erdmassen die Ladungen mit dem Volumen der auszuwerfenden Erde im Verhältniss stehen; folglich dass bei gleichen Trichtern, wie dies bei allen gewöhnlichen Minen der Fall ist, diese Ladungen den Kubussen der kürzesten Widerstandslinien proportional sind.

Wenn man die zum Auswurf eines jeden Kubik-Meters Erde erforderliche Pulvermenge kennt, so kann man auch die Ladung einer gewöhnlichen Mine mit Hülfe folgender Regel finden:

---

[6]) Siehe Tabelle 2, No. 3.

"Berechne die Minengarbe, indem du die kürzeste Widerstandslinie der Mine kubirst, und $\frac{11}{6}$ ihres Halbmessers nimmst, und multiplicire, nachdem die Masse in Kubik-Metre ausgedrückt sind, diese Zahl mit der Anzahl Kilogr. der Pulverladung, welche ein jeder Kubik-Metre des Erdreiches, in dem man arbeitet, erfordert."

Darf die Probe-Mine spielen, so bestimmt man die für jeden Kubik-Metre der auszuwerfenden Erde erforderliche Ladung auf folgende Weise viel genauer, als eben angeführt worden ist.

Sey K diese Pulvermenge und h die kürzeste Widerstandslinie der Probe-Mine, so ist die Ladung derselben nach dem Vorhergehenden $=\frac{11}{6}h^3 \times K$. Nun lässt man eine Ladung c, die von der muthmasslichen Ladung zur Erhaltung eines gewöhnlichen Trichters nur um ein weniges abweicht, mit der kürzesten Widerstandslinie h spielen und misst den Halbmesser des erhaltenen Trichters; wäre er h gleich, so erhält man

$$c = \frac{11}{6} h^3 \times K; \text{ und } K = \frac{6\,c}{11\,h^3};$$

ist er aber grösser oder kleiner als h, so lasse man eine kleinere oder grössere Ladung als erstere spielen, bis ein Trichter-Halbmesser erhalten worden ist, der der kürzesten Widerstandslinie gleich ist; und daraus erhält man den Werth von K. Diese Methode wird die passende Ladung geben, selbst wenn die über die Gestalt des Trichters gemachte Hypothese unrichtig wäre.

Aus nachstehenden Formeln zur Bestimmung der Ladung von *stark* und *schwach* geladenen Minen, lässt sich auch die Ladung der gewöhnlichen Minen bestimmen.

Angenommen, dass die Ladung c, die auf irgend eine Art für eine Probe-Mine bestemmt worden ist, den Halb-

messer t des Trichters gebe; so betrachtet man c', wenn t grösser als h ist, als eine stark geladene Mine und berechnet die Ladung c einer gewöhnlichen Mine mit Hülfe folgender Formel:

$$c' = c \left(0{,}09 + (0{,}91)\frac{t}{h}\right)^3$$

Ist t kleiner als h, betrachtet man c' als eine schwache Ladung, und berechnet c durch die Formel:

$$c' = c \left(\frac{4 + \frac{3t}{h}}{7}\right)^3$$

In beiden Fällen ist es leicht, wenn man die Ladung c kennt, die Pulvermenge K zu finden, weil man stets $K = \frac{6\ c}{11\ h^3}$ haben wird. Uebrigens verfährt man am zweckmässigsten, mehrere Probe-Minen spielen zu lassen, und alsdann die Mittelzahl der erhaltenen Resultate zu nehmen.

Von den gekoppelten Minen oder von solchen deren Trichter in einander greifen (fourneaux dont les entonnoirs se recroisent).

Wenn zwei Minen sich in diesen Fall befinden, Fig. 57, so haben sie eine gewisse Masse Erde, auf die sie gemeinschaftlich wirken. Man hat deswegen geglaubt, dass es nothwendig wäre, die Ladung von zwei Minen nach einem ihrer gemeinschaftlichen Erdgarbe proportionalen Verhältniss zu verringern.

Z. B. angenommen, dass hier von gewöhnlichen Minen von einer gleichen Tiefe h die Rede sey, so zeigt die Berechnung, dass die den beiden Trichtern gemeinschaftliche Erdgarbe durch nachstehende Formeln ausgedrückt wird:

$(0{,}016)\ h^3$	für eine Eingreifung von	$\frac{1}{4}$	Der Länge des Trich-ter-Halb-messers.
$(0{,}030)\ h^3$	— — — — — — —	$\frac{1}{3}$	
$(0{,}088)\ h^3$	— — — — — — —	$\frac{1}{2}$	
$(0{,}177)\ h^3$	— — — — — — —	$\frac{2}{3}$	
$(0{,}234)\ h^3$	— — — — — — —	$\frac{3}{4}$	

$(0{,}461)\ h^3$ — — — — — des ganzen Trichter-Halbmessers.

Mit Hülfe dieser Data ist es leicht die erforderliche Pulvermenge zur Auswerfung der gemeinschaftlichen Erdgarbe zweier Trichter zu berechnen, worauf man alsdann die Ladung einer jeden Mine um die Hälfte dieser Menge vermindert.

Starkgeladene (überladene) Minen (fourneaux surchargés).

Diejenigen Minen, deren obere Fläche ihrer Trichter grösser als die kürzeste Widerstandslinie ist, Fig. 58, werden *starkgeladene* oder *Druckkugeln* (globes de compression genannt.

Bis jetzt kennt man noch keine zuverlässige Regel der Berechnung dieser Minen, um bestimmte Trichter zu erhalten. Es bleibt uns daher nur übrig, hier die verschiedenen Methoden anzuführen, die von mehreren Mineuren rücksichtlich dieses Gegenstandes vorgeschlagen sind [7].

Angenommen h sey die betreffende kürzeste Widerstandslinie, c die Ladung der gewöhnlichen Mine, c′ die

---

[7]) Eine ausführliche Abhandlung hierüber befindet sich in der 7ten Nummer des Mémorial de l'officier du génie, unter den Titel: Note sur les diverses formules proposées pour déterminer les charges des fourneaux de mines par M. le chef de bataillon du génie Audoy.

5*

Ladung der Druckkugel zur Hervorbringung eines Trichter-Halbmessers nh; so sind:

$$c' = c \left(\frac{1 + n^2}{2}\right)^{\frac{3}{2}}$$

Die Erfahrung hat gezeigt, dass dieses, für den Fall gleicher Trichter, richtige Gesetz, für die anderen Fälle um so schwächere Ladungen giebt, je mehr die Trichter erweitert sind.

Zufolge Müller [8]), sind die Ladungen zweier beliebigen Minen den Erdgarben proportional, die sie auswerfen; nimmt man sie für abgestumpfte Paraboloiden [9]) an, so giebt dies Gesetz

$$c' = c \frac{n^2 + 1 - \sqrt{n^2 + 1}}{2 - \sqrt{2}}$$

Für den Fall gleicher Trichter schlägt diese Formel augenscheinlich in Belidors ein; allein für die andern Fälle bestätigt bis jetzt die Erfahrung, dass sie unrichtig ist, weil die Ladungen alsdann nicht mehr mit den Erdgarben, welche sie auswerfen, im Verhältniss stehen.

Zufolge Mouzé [10]) sind die Ladungen bei gleicher kürzester Widerstandslinie den Quadraten der Trichter-Halbmesser proportional, welches $c' = cn^2$ giebt. Nach dieser Formel erhält man viel zu schwache Ladungen.

---

8) Belidors Zeitgenosse und Professor an der Militairschule zu Woolwich.

9) Valière machte die Ladungen auch den Erdgarben proportional, welche er für Paraboloiden hielt, die ihren Brennpunkt im Mittelpunkt der Ladung halten.

10) Traité de fortification souteraine etc. par le Chef de bataillon du Génie Mouzé. 4. Paris 1804.

Zufolge Marescot [11]) sind die Ladungen dem Producte des Quadrats multiplicirt mit dem Explosions-Halbmesser gleich; dies giebt:

$$c' = cn^2 \frac{\sqrt{n^2+1}}{\sqrt{2}}$$

Marescot giebt diese Formel auch auf eine andere Weise, indem er bemerkt, dass rücksichtlich der *gewöhnlichen* Erde das Verhältniss der Ladung einer beliebigen Mine zu dem Producte des Quadrates des Trichter-Halbmessers multiplicirt mit dem Explosions-Halbmesser (beide im Fussmaass ausgedrückt) stets $\frac{1}{14}$ gleich ist; wären dem zufolge t der Explosions-Halbmesser und r der Trichter-Halbmesser, so wird

$$c' = \frac{t^2\, r}{14}\ \text{℔}.$$

Zufolge *Lebrun* und *Gumpertz* [12]), erhält man

$$c' = c\,(0{,}09 + (0{,}91)\,n)^3.$$

Rücksichtlich der Deduction dieser Formel wird der Leser auf die Anmerkung 7. Pag. 67 verwiesen.

Zufolge Obenheim [13]) erhält man folgende Formel:

$$c' = c\,\frac{(1+n^2)^2}{4},$$

welche zeigt, dass die Ladungen bei gleicher kürzester Widerstandslinie den 4ten Potenzen der Explosions-Halbmesser proportional sind.

---

11) Expériences sur les mines par le général M. (Memoires de l'Institut national, Tom. III.)

12) Traité pratique et théorique des mines par M. M. Gumpertz et Lebrun. 4. Paris 1805.

13) Professor der Kriegsbaukunst an der kaiserlich. französischen Artillerie- und Ingenieurschule.

Aus der Vergleichung dieser Formeln unter sich und mit der Erfahrung innerhalb der Gränzen n = 1 und n = 3 geht hervor:

1) Dass Belidors, Müllers und Mouzés, Formel viel kleinere Ladungen geben, als die der drei Andern, und dass sie sich bedeutend von den Resultaten der Erfahrung entfernen.

2) Dass Marescot's, Lebruns und Obenheims Formel nur wenig von einander abweichende Ladungen geben; dass Marescots Formel, bis n = 2,06 wird, zwischen den beiden Andern steht, überschreitet sie aber diese Gränze, so werden die nach ihr bestimmten Ladungen kleiner; endlich dass Lebruns Formel, ungefähr bis n = 2,55 wird, grössere Ladungen als die der beiden Andern giebt, diese aber hernach kleiner als Obenheims ausfallen.

3) Dass die drei letzten Formeln sich nur wenig von den Resultaten der Erfahrung entfernen, daher es schwer wird, eine von ihnen den Vorzug vor den anderen zu geben; indessen wendet man fast allgemein Lebruns Formel an.

Um die Wirkung einer stark geladenen Mine zu bestimmen, nimmt man an, dass die unterirdische Wirkung einer in beliebiger Tiefe placirten Pulverladung, sich auf gleiche Entfernung erstreckt, als wenn diese Ladung einer gewöhnlichen Mine angehöre. Wäre demnach c′ die in der Tiefe h placirte Ladung, so findet man zuerst die kürzeste Widerstandslinie der dieser Ladung entsprechenden gewöhnlichen Mine (diese Linie wird in diesem Falle $h' = h \sqrt[3]{\frac{c'}{c}}$ seyn) und berechnet nach den früher gegebenen Formeln die verschiedenen Trennungs-Halbmesser. Rücksichtlich der oberen Wirkung bestimmt

man den Durchmesser des Trichters mit Hülfe der Lebrünschen Formel; nach dieser ist

$$n = \frac{\sqrt[3]{\frac{c'}{c}} - 0{,}09}{0{,}91}$$

Bis jetzt besteht die mit einer stark geladenen Mine erreichte grösste Wirkung aus einem Trichter, dessen Halbmesser das dreifache der kürzesten Widerstandslinie betrug, und in der Zerstörung von Minengängen bis zu einer vierfachen Länge dieser Linie.

Belidor hielt schon diese Wirkung für ihr Maximum, wenn sie von Nutzen seyn sollte, wie aus seinen Worten: "il est bon de s'en tenir là" hinlänglich hervorgeht. Für diesen Fall gab er zur Bestimmung der Ladung folgende Regel: 300 *Pfund mit der Anzahl Fuss welche die kürzeste Widerstandslinie enthält zu multipliciren.* Doch kann diese Regel, welche für eine kürzeste Widerstandslinie von 12 Fuss anwendbar ist, augenscheinlich nicht für alle Fälle passend seyn, weil sie, um ähnliche Trichter zu erhalten, nur solche Ladungen voraussetzt, die den kürzesten Widerstandslinien proportional sind, während die Erfahrung zeigt, dass sie in einen viel grösseren Verhältniss wachsen.

Schwach geladene Minen (fourneaux sous-chargés).

Ist der Trichter-Halbmesser einer Mine kleiner als ihre kürzeste Widerstandslinie, so wird sie *schwach geladen* genannt. Zur Bestimmung ihrer Ladung bedient

man sich bis jetzt aus Mangel einer zuverlässigen Theorie folgender Formel von Lebrun *):

$$c' = c\left(\frac{4+3n}{7}\right)^3$$

Derselbe Autor glaubt, dass man zur Erhaltung eines merkbaren Trichters n keinen kleineren Werth als $\frac{3}{4}$ geben darf, welches einer Ladung entspricht, die ungefähr $\frac{7}{10}$ einer gewöhnlichen Ladung gleich ist. Kleinere Ladungen geben nach ihm keine Erdgarbe; auch ist der hervorgebrachte Trichter grösstentheils wieder mit Erde angefüllt.

Quetsch- oder Dampf-Minen (camouflets).

Die schwach geladene Mine erhält den Namen *Quetschmine (Quetscher)*, wenn sie keinen offenen Trichter hervorhringt, d. h. die Aushöhlung sich nicht bis über die Oberfläche des Mediums hinaus erstreckt, und ihre Wirkung sich auf die Zerstörung der benachbarten Minengänge beschränkt.

Zur Bestimmung ihrer Ladung sey in nachfolgendem Beispiele h ihre kürzeste Widerstandslinie rücksichtlich der Oberfläche des Erdreiches, und c die Ladung einer gewöhnlichen Mine von gleicher Widerstandslinie. Der Trennungs-Halbmesser der Quetschmine wird alsdann h nicht überschreiten, ohne dass die Wirkung derselben zugleich auf der Oberfläche des Erdreiches sichtbar ist. Da nun der Trennungs-Halbmesser h einer gewöhnlichen Mine entspricht, die $\frac{4}{7}$ h zu ihrer kürzesten Widerstandslinie, und c $\left(\frac{4}{7}\right)^3$ zur Ladung hat, so wird das *Maximum*

---

*) Herr Lebrun war der Erste, der die Theorie dieser Art Minen untersuchte und zur Bestimmung ihrer Ladung eine besondere Formel vorschlug.

der Ladung einer Quetschmine c $(\frac{4}{7})^3$ seyn. Indessen kann man sie, zufolge der eben gegebenen Bemerkung über die schwach geladenen Minen ohne Nachtheil bis $\frac{4}{5}$ c steigen lassen.

Sey ferner d die Entfernung der Quetschmine von dem einzudrückenden Minengange, der hier mit ihr im Niveau liegend angenommen wird, und sey c die gewöhnliche, dieser kürzesten Widerstandslinie d entsprechende Ladung, so muss letztere, damit d genau den Trennungs-Halbmesser der Quetschmine abgiebt, die nämliche einer gewöhnlichen Mine seyn, die $\frac{4}{7}$ d oder vielmehr c, $(\frac{4}{7})^3$ zu ihrer kürzesten Widerstandslinie haben würde. Diese Ladung ist daher das *Minimum* einer Quetschmine. Liegt aber der zu zerstörende Minengang unter der Quetschmine, so wird das Minimum ihrer Ladung zufolge eines ähnlichen Raisonnements c, $\left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^3$ seyn. Auf jeden Fall würde es für den Quetscher an Platz fehlen, wenn h kleiner als d wäre.

Folgende Aufgabe könnte man sich über die Quetschminen geben: wenn A B und C D, Fig. 59, zwei parallele Minengänge sind, die im gleichem Niveau liegen, die Lage einer Quetschmine O zu finden, welche den Minengang C D in einer gegebenen Länge 2 a zerstören wird, ohne den Minengang A B zu beschädigen; und zwar dergestalt, dass der zu treibende Zweig M O der möglich kürzeste sey. Man sieht hier leicht ein, dass es zur Auflösung dieser Aufgabe hinreichend ist, N R = N R' = a anzunehmen, und den Mittelpunkt O der Quetschmine so zu bestimmen, dass die drei Entfernungen O R, O R' und O M einander gleich sind, weil jede von ihnen genau den Trennungs-Halbmesser der Quetschmine abge-

ben soll. Macht man daher $MN = d$ und setzt $ON = X$ so wird

$$d - X = \sqrt{X^2 + a^2}; \text{ und } X = \frac{d^2 - a^2}{2d}$$

die Lage dieser Mine angeben.

Um nun auch ihre Ladung zu finden, bezeichne man mit h die kürzeste Widerstandslinie einer gewöhnlichen Mine, welche dieselbe Ladung haben würde. Ist nun der Trennungs-Halbmesser, denn diese Ladung hervorbringen soll, gleich

$$d - X \text{ oder } \frac{d^2 + a^2}{2d}; \text{ so wird}$$

$$\tfrac{7}{4} h = \frac{d^2 + a^2}{2d}, \text{ und } h = \tfrac{2}{7}\left(\frac{d^2 + a^2}{d}\right)$$

Bezeichnet man ferner die betreffende Ladung durch c, so erhält man

$$c = \tfrac{11}{6} h^3 \ (0{,}793),$$

und setzt man anstatt h dessen Werth ein, so wird

$$c = \frac{44}{1029\ (0\ 793} \left(\frac{d^2 + a^2}{d}\right)^3$$

Die meisten Schriftsteller lehren, sich zur Anlegung der Quetschminen eines Erdbohrers (tarriere) zu bedienen, der mit Hülfe verschiedener anzuschraubenden Ansetzstücke in die Erde eingeführt wird; und, nachdem ein hinreichendes Loch gebohrt ist, an seinem Ende eine Patrone zu legen, auf welcher man die Verdämmung ansetzt. Allein aus mehreren im Jahre 1820 zu Arras vorgenommenen Versuchen geht hervor, dass dies Verfahren äusserst mühevoll und langsam ist, und dass die Anlegung eines Zweiges, an dessen Ende man die für gewöhnliche Minen erforderliche Kammer legt, viel sicherer und geschwinder zum Ziele führt.

Zur leichteren Uebersicht wiederholen wir hier die zur Bestimmung der Ladung und Wirkung der Minen im Vorhergehenden angeführten Formeln.

Wird eine beliebige kürzeste Wiederstandslinie in einem gewöhnlichen Erdreiche, welches 0,793 Kiloger. Pulver zu Auswerfung eines Kubik-Metres erfordert, durch h ausgedruckt, so erhält man:

Den Inhalt des Trichters einer gewöhnlichen Mine . $= \frac{11}{6} h^3$.

Die Ladung der gewöhnlichen Minen . . . . $= c = \frac{11}{6} h^3 (0,793)$.

Den horizontalen Trennungs-Halbmesser der Ladung c . . . . $= \frac{7}{4}$ h.

Den verticalen T.-H. dieser Ladung . . . . $= h \sqrt{2}$.

Die Ladung einer stark geladenen Mine, welche im Stande ist, den Trichter-Halbmesser n h hervorzubringen . . . . $= c' = c\,(0,09 + (0,91)\,n)^3$.

Die Ladung einer schwach geladenen Mine . . . . . $= c' = c \left(\frac{4 + 3n}{7}\right)^3$.

Das *Maximum* der Ladung eines Quetschers . . . . $c\,(\frac{4}{7})^3$.

Das *Minimum* der Ladung eines Quetschers gegen einen mit ihm im nämlichen Niveau belegenen Minengang . . . . $\frac{11}{6} d^3 (0,793) (\frac{4}{7})^3$.

Desgl. gegen einen unterhalb der Ladung belegenen Minengang . . . $= \frac{11}{6} d^3 (0{,}793) \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^3$.

Die Ladung, welche im Stande ist, einen gegebenen Trennungs-Halbmesser r hervorzubringen . . , ... $= \frac{352}{1029} r^3 (0{,}793)$.

Gemischte Ladung.

General von Rode führt in seiner "aphoristischen Darstellung der Krieges-Minen" folgendes über diesen Gegenstand an:

"Das zur Ladung einer Mine erforderliche Schiesspulver kann nach den am 3ten Juli 1818 bei Berlin wiederholten Versuchen mit Sägespänen vermischt werden, wobei die halbe Ladung reines Pulver, und der hiernach verbleibende innere leere Raum des Pulverkastens die Quantität der Sägespäne angiebt. Beide Theile müssen vor der Einbringung in den Kasten wohl durch einander gemengt werden, so dass das Ganze ein graues, gleiches Ansehen erhält, und darin weder blosse Sägespäne noch reines Pulver bemerkt wird. Nach der Zündung zweier Minen von gleicher kürzester Widerstsndslinie und von gleicher Ladung, die eine mit reinem Pulver, die andere mit angeführter Mengung geladen, beide gut verdämmt, ergab sich, dass die Minengarbe bei der ersteren weit höher als bei der letzteren herausgeworfen wurde; zugleich war die Dampfwolke der letzteren bei weitem grösser als die der ersteren. Die Durchmesser ihrer Trichter wichen wenig von einander ab, dahingegen war

der Trichter der letzteren nur halb so tief als der der ersteren. Im Ganzen war die Wirkung der Mine mit dem Gemenge, ausserhalb des Mediums geringer, dahingegen innerhalb des Mediums bei weitem stärker, als die Wirkung der mit reinem Pulver geladenen. Folglich sind die Minen mit gemengter Ladung gute Vertheidigungsminen.

Besteht das Gemenge aus Schiesspulver und ungelöschten Kalk, wo letzterer den fünften bis dritten Theil des Gewichts der ganzen Pulverladung, einnehmen kann, so hat die Wirkung desselben viel ähnliches mit der, welche die Mengung mit den Sägespänen gezeigt hat. Indessen bedarf dies noch mehrerer Versuche, weil bei den hierüber angestellten Versuchen versäumt wurde, frisch gebrannten Kalk zu nehmen und die Zündung gleich, nachdem die Mine geladen war, erfolgen zu lassen.

Aus den Versuchen vom 9 September 1819 mit unverdämmten Schachtminen, deren Ladung mit Sägespänen vermengt war, erfolgte keine ganz so bedeutende Wirkung, wie bei den zuvor erwähnten Versuchen mit gut verdämmten Minen. Dessen ungeachtet hat sich die Wirkung der Sägespäne auch hier vortheilhaft erwiesen, indem sowohl die Trennungs- als auch die Erschütterungs-Spähre sich hier gegen die bei einer gleichen Ladung mit reinem Schiesspulver nicht unbeträchtlich ergab."

Auch in Frankreich hat man Versuche rücksichtlich der Anwendung dieser Mengung von Pulver und Sägespänen für die Minen angestellt, und zwar zu wiederholten Malen im Jahre 1822 zu Arras und 1823 zu Metz. Allein aus diesen ergab sich, dass die Wirkung dieser Mengung stets nur allein mit der in ihr befindlichen Pulvermenge im Verhältniss zu stehen schien.

Herr Bataillons-Chef Audoy[14]) sucht diese Erscheinung aus dem Grunde zu erklären, weil die Erdarten in Allgemeinen wegen ihrer Weichheit und ihrer Leichtigkeit sich zu comprimiren, schon beim ersten Druck des Pulvergasses weichen, und sich daher hier keine plötzliche Anfangswirkung äussert, sondern eine allmählich steigende Wirkung, die anfangs ein Umwühlen in der Mitte des Mediums hervorbringt, später aber sich mit dem Ausstossen der Erde in Gestalt einer brennenden Garbe endiget. Deswegen, sagt Herr A. ferner, muss man in diesem Falle (nämlich bei Minen) die Ladung dergestalt wirken lassen, dass sie eine grosse Schnellkraft erhält, d. h. mit so viel Pulvergas, als nur immer in einem gegebenen Volumen möglich ist.

Ganz anders verhält es sich mit der Anwendung dieser Mischung zu den Minenschüssen oder Petarden, wie in dem über diesen Gegenstand handelnden Abschnitt gezeigt werden soll.

Dass übrigens die Sägespäne keine chemische Einwirkung auf das Gemenge mit Pulver im Augenblick, wo es angezündet wird, hat, kann man daraus ersehen, dass nach dem Detonniren eines solchen Gemenges die Sägespäne unverbrannt und nur etwas geschwärzt zurückbleiben, indem das entzündete Gas nur im Stande ist, einen kaum merkbaren Anfang der Verkohlung hervorzubringen.

---

[14]) Notes sur les diverses formules proposées pour déterminer les charges des fourneaux de mines, etc.

Von der Verdämmung, Versperrung oder dem Versatz (bourrage) der Minen.

Die Verdämmung einer Minenkammer geschieht auf vierfache Weise: entweder mit Erde und Rasen, mit Erde und Holz, mit Sandsäcken (Erdsäcken), oder mit Scheitholz. Letztere Art, die nur selten und dann besonders bei Angriffsminen angewandt wird, nennt man *flüchtige Verdämmung.*

Verdämmung mit Erde und Rasen.

Die abwechselnd aus Erde und aus Rasen bestehende Verdämmung darf keine Hölzer (Spreitzen oder Riegel) enthalten, um nach der Explosion der Mine die Entdämmung des Zweiges leichter vornehmen zu können. Die Verdämmung selbst geschieht auf folgende Weise: der Mineur stellt sich, mit einer Schaufel und einer leichten Ramme versehen, an das Ende des zu verdämmenden Zweiges und empfängt von Handlangern, die in einer Kette bis zur Auflage der Verdämmungs-Materialien aufgestellt sind, ununterbrochen die in Körbe gefüllten Rasen, welche er reihenweise neben der Kammer bis zu der Tiefe eines Metre niederlegt, und alsdann von Zeit zu Zeit mit einem Korb voll Erde überschüttet, damit die Zwischenräume der Rasen ausgefüllt werden: darauf füllt er einen Metre Erde auf, indem er die ihm gereichten vollen Erdkörbe gegen die Enden der Verdämmung ausschüttet, die Erde mit der Schaufel vertheilt, und sie endlich stampft. Auf diese Weise vollendet er die Verdämmung, abwechselnd mit einer Lage Rasen und einer Lage gestampfter Erde.

Verdämmung mit Erde und Holz (Spreitzen).

Wenn die Minenkammer in einer der Seitenwände des Kammerhalses liegt, richtet man einen hölzernen Spiegel gegen den Pulverkasten auf, und drückt ihn mit Hülfe von Streben, die gegen die andere Seite des Zweiges gestützt sind, stark gegen den Kasten an; welche Arbeit man das *Verriegeln* der Kammer (das Stück der Verdämmung aber einen *Halbrost)* nennt; darauf füllt man Erde einen Metre auf, und legt in gleicher Höhe Holzstücke quer in den Zweig, indem ihre Enden in die Wände eingezwängt oder gegen die Sohle abgesteift werden; nun füllt man wiederum in der Höhe eines oder anderthalb Metre auf; legt abermals eine Holzlage, und fährt dergestalt mit dieser Arbeit bis an das Ende der Verdämmung fort, gegen welches Ende man eine neue Verriegelung anbringt.

Wenn die Minenkammer in der Verlängerung des Zweiges gelegt ist, wird die Kammer ebenfalls verriegelt, und das erste oder dem Pulverkasten zunächst belegene Getriebe mit Hölzern ausgefüllt, die in die Quere des Zweiges gelegt und stark gegen dessen Seitenwände gepresst werden. Darauf füllt man abermals einen Metre hoch Erde auf, und fährt dergestalt, wie in dem vorhergehenden Falle, mit der Arbeit fort.

Verdämmung mit Erdsäcken.

Diese Art von Verdämmung hat vor den angeführten den Vortheil, dass sie geschwinder von der Hand geht und leichter zu entdämmen ist. Zu ihrer Ausführung stellen sich mehrere Handlanger in eine Kette und reichen dem sich an ihrer Spitze befindlichen Mineur die

Erdsäcke. Dieser legt sie lagenweise neben einander hin, indem er sie flach drückt, damit sie besser an einander anschliessen. Von Zeit zu Zeit schüttet er einen Korb voll Erde über sie hin, um die möglicherweise zwischen den Säcken entstandenen leeren Räume auszufüllen.

Die gewöhnlichen Erdsäcke haben leer eine Länge von 0,65 Metre und eine Breite von 0,33 Metre. Wenn sie gefüllt sind, beträgt ihre Länge ungefähr 0,50, und ihr Durchmesser 0,22 bis 0,25 Metre. Sie enthalten gefüllt einen halben Kubikfuss Erde oder 0,017 Kubikmetre, und wiegen 20 bis 25 Kilogramme. Zur Legung eines Kubikmetre kann man auf 60 solcher Säcke Rechnung machen.

Länge der Verdämmung.

Damit eine Mine nicht *ausblase*, d. h. ihre oberirdische Wirkung geschwächt, oder gar ganz abgeleitet werde, muss ihre Verdämmung der Pulverkraft einen solchen Widerstand leisten, dass die diesseit derselben gelegenen Minengänge durch das Spielen dieser Mine keinen Schaden leiden.

Um diese Bedingung zu erfüllen, lehrt die Erfahrung, dass bei gewöhnlichen Minen in gewöhnlichem Erdreich die aus Erde und Rasen bestehende Verdämmung eine Länge gleich der *doppelten Widerstandslinie* der Mine erfordert, welche Länge von der Minenkammer bis zum Ende der Verdämmung in gerader Linie abzumessen ist, ohne dass man Rücksicht auf die *Knie* (condes) nimmt. Oder im Allgemeinen, dass ohne Rücksicht auf die Beschaffenheit des Erdreichs, in welchem man die Mine gebauet hat, die Verdämmung stets so einzurich-

ten ist, dass sie ungefähr den nämlichen Widerstand wie in gewöhnlicher Erde leistet. Um also die Länge der Verdämmung einer gewöhnlichen Mine zu finden, wird es am richtigsten seyn, bei der Berechnung zu verfahren, als wenn die Ladung der Mine iu gewöhnlicher Erde gelegt wäre, dann auf der Tabelle No. 1 nachzusehen, mit welcher kürzesten Widerstandslinie sie im Verhältniss steht, und endlich das Doppelte dieser eingebildeten Linie zu der Länge [15]) der Verdämmung zu nehmen.

Werden aber in letzterer auch Spreitzen oder Riegel angebracht, so braucht sie in gewöhnlicher Erde nur der anderthalbmaligen kürzesten Widerstandslinie gleich zu seyn; d. h. um ein Viertel kleiner, als wenn die Verdämmung aus Erde oder Rasen allein besteht.

Durch eine längere Verdämmung als hier angegeben ist, wird eine schwache Minenladung verstärkt, so wie umgekehrt eine stärkere Minenladung die Verdämmung vermindert oder ganz entbehrlich macht, vorausgesetzt, dass einem die Erhaltung des Minenganges, in welchem die Pulverkammer liegt, gleichgültig ist.

In Bezug hierauf hat Mouzé im Jahre 1801 in Metz sehr sorgfältige Versuche angestellt, aus welchen er den Schluss zog: "*dass wenn die Vermehrung der erforderlichen Ladung um $\frac{1}{4}$ ihrer Stärke der Verminderung der Verdämmung um $\frac{1}{3}$ equivalent wäre; so würde die Vermehrung um die Hälfte die Verminderung von $\frac{2}{3}$, und die*

---

[15]) Dies will sagen, dass man in einem beliebigen Erdreiche, die Länge der Verdämmung nur nach der Pulvermenge der Ladung bestimmen muss, und keineswegs allein nach der Länge der kürzesten Widerstandslinie, wie es allgemein angenommen wird.

Verdoppelung der Ladung gar keine Verdämmung erfordern (s. traité de fortification souterraine par Mouzé).

Dieser Schluss ist, wie man sieht *bedingungsweise*; auch erlauben Mouzé's Versuche keinesweges, ihn als eine ausgemachte Sache darzustellen, obgleich dies bei mehreren Schriftstellern der Fall ist, indem die Abwechslung der Umstände, welche sich bei dem Bau der verschiedenen Minen des Hr. Mouzé zeigten, erforderten, dass er die erhaltenen Resultate mit Hülfe des Raisonnements modificirte, um sie unter sich vergleichen zu können. Aus diesem Grunde kann man kein absolutes Vertrauen zu dem oben angeführten Schlusse haben, bevor er nicht durch neuere Versuche bestätigt worden ist.

Das Zünden der Minen.

Die gewöhnlichsten Mittel zur Anzündung der Minen sind: der *Granatbränder*, der *Mönch* und die *Zündschachtel* (boite de Boule). Sie erfordern die Anwendung der *Zündwurst*. Mit diesem Namen belegt man eine mit Pulver gefüllte leinene Wurst, deren Durchmesser ungefähr 2 Centimentre gross ist. Die hierzu angewandte Leinewand muss obgleich ein wenig grob, doch dicht, so wie ihre Nath sorgfältig genäht seyn. In der Länge eines Metre enthält eine solche Wurst $\frac{3}{4}$ ℔ oder 0,38 Kilogr. Pulver.

Gebrauch des Granatbränders (Zünders).

Der Bränder, den man am besten vorn in die Leitrinne hinein steckt, wird in die Zündwurst fest eingebunden. Um

zu verhüten, dass sich die Ladung nicht zu leicht durch die herumgestreuten Funken entzündet, ehe der Mineur hinreichende Zeit hat, sich hinweg zu begeben, kann man die Leitrinne mit einem Seitenbrett versehen, welches eine genau für den Zünderkopf passende Oeffnung hat, die noch zum Ueberfluss mit Lehm verschmieret wird.

Gebrauch des Mönchs (moine). Fig. 60.

Man schneidet das aus der Leitrinne hervorragende Ende der Zündwurst auf, breitet es über ein Stück Papier aus, und bestreuet es mit vollkommen trockenem und sehr feinem Mehlpulver; bedeckt dies Pulver mit einem andern Stück Papier, welches von 4 auf seinen Ecken gelegten Steinen oder desgleichen unverrückt in seiner Lage erhalten wird, und in dessen Mitte sich eine Oeffnung oder Spalte befindet, wodurch der Gipfel einer Schwamm-Pyramide (der *Mönch)* hervorragt, deren Höhe ungefähr 4 Centimetre beträgt und deren Grundfläche in das Pulver eingedrückt ist; man zündet diesen Gipfel durch Hülfe des *Zeigers* (témoin), welcher ein anderes, dem Mönche an Gestalt gleiches Stück Schwamm ist, und so genannt wird, weil sein Verbrennen den Augenblick des Spielens der Mine bestimmen soll. Doch scheint man zu vergessen, dass der sogenannte Zeiger, wegen des Zutritts der Luft schneller brennen muss, als der Mönch. Es versteht sich von selbst, dass der Mineur sich nach Anzündung des Letzteren schnell weg begiebt.

Gebrauch der Zündschachtel (Zündkasten, Mausefalle, Feuerschachtel, boîte à feu, boîte à tiroir oder boîte de Boule *).

Diese Schachtel, Fig. 61, hat eine Höhe von 0,50 Metre und eine innere Seiten-Länge von 0,15 M. Unten ist sie durch einen Spiegel, der 0,50 M. in die Länge und 0,25 M. in die Breite hält, verschlossen, und oben hat sie einen Deckel, der nur an einer seiner Seiten durch einen Nagel befestiget ist, um den er sich drehen kann. An den drei Seiten dieser Schachtel befindet sich in der Entfernung von 0,15 M. von dem oberen Ende, ein horizontaler Einschnitt, der einem Schieber als Falz dient, in welchem dieser sich leicht bewegen muss, und aus welchem er mit seinen drei äusseren Seiten ausserhalb der Schachtel hervorragt. In dem unteren Theil der Schachtel sind zwei Oeffnungen, von denen die eine sich an der nicht eingeschnittenen Seite befindet und zu der Verbindung der Wurst mit der Schachtel dient; die andere aber an der entgegengesetzten Seite derjenigen ist, welche dem Minengange zugewandt werden soll.

Man setzt diese Schachtel gegen das Ende der Verdämmung und befestigt sie dort gut; bindet darauf an den Schieber eine Schnur, welche längs den Thürstöcken des Minenganges durch einige zu diesem Behuf dort angebrachte Ringnägel läuft, und steckt die Zündwurst in die sich an der Seite der Schachtel befindliche früher

---

*) Hauptmann Blesson sagt in seiner Recension des Memorial pour les traveaux de guerre par Dufourt (Militair Litteratur-Zeitung 1821, 2ter Band, 2tes Heft): der Hauptmann Boule wurde fälschlich als Erfinder derselben angegeben, nennt aber nicht den wahren Erfinder.

beschriebene Oeffnung; streut alsdann durch die ihr entgegengesetzte Oeffnung recht trockenes Mehlpulver auf die Wurst; verhindert vollkommen jede Communication des unteren Theiles der Schachtel nach Aussen mittelst Verstopfung mit Erde oder Stücke cassirter Erdsäcke, und legt einen wohl abgeklopften brennenden Lunten-Stern auf den mit Blech überzogenen Schieber; macht darauf den Deckel zu, und zieht endlich zu seiner Zeit den Schieber heraus; so wird die Zündung statt finden, indem der durch die äussere Seite der Schachtel zurückgehaltene Stern auf das Mehlpulver fällt, dies anzündet, uud solcher Gestalt das Feuer der Zündwurst und der Ladung mittheilt.

Nachtheile des Granatbränders, des Mönches und der Zündschachtel.

Die oben angeführten Mittel haben den gemeinschaftlichen Nachtheil, dass sie den Gebrauch der Zündwurst erfordern, die durch ihre eigene Explosion das *Wetter* (die Luft) in den Minengängen verdirbt. Ausserdem haben letztere, und besonders der Mönch, den Fehler, nicht immer die Explosion in den gewünschten Augenblick hervorzubringen; und ersteres, viel Dampf am Minengange zu verursachen.

Gebrauch der Maus (souris porte-feu).

Dies Anzündungs-Mittel, Fig. 62, dessen Erfinder der Herr de Rugy, ehemaliger Commandant der französischen Minirschule, ist, besteht aus einem an einer

Schnur ohne Ende befestigten Stück Lunte, welches sich in zwei inwendig gut polirten Rinnen bewegt, die auf der Sohle des Zweiges gelegt sind und sich der Oeffnung gegen über vereinigen, die in dem Pulverkasten gelassen ist. Wird nun nach Anzündung der Lunte die Schnur nach einer Seite hin langsam angezogen, so bringt man erstere dem Pulverkasten gegen über, wo sie der Ladung ihr Feuer vermittelst des hier ausgebreiteten Mehlpulvers mittheilt. Dies sehr sinnreiche Mittel, wird gegenwärtig nicht mehr in Frankreich angewandt, indem ungeachtet der grössten auf die Verfertigung der Leitrinne angewandten Sorgfalt, die Lunte häufig auf ihrem Wege aufgehalten wird.

Seit dieser Zeit hat man verschiedene Mittel zur Anzündung der Minen vorgeschlagen, unter denen sich die Anwendung einer Zündung aus Knallpulver [16]); einer mit Schnelligheit brennenden Stupine, die nur wenig Gas entwickelt; die Anwendung des Galvanismus, und endlich einer verbesserten Maus [17]) befinden. Letztere besteht aus einem Stück Zündlicht, das mit geglühetem Draht anstatt an der früher erwähnten Schnur, an einer Kette befestiget wird. Diese Mittel sind aber immer noch der Gegenstand von Untersuchungen.

Major Freiherr von Hauser erwähnt in seinem Werke "*die Minen und der unterirdische Krieg*, Wien 1817," folgendes von Gillot angegebene Anzündungs-Mittel, dessen Wirkung noch nicht versucht seyn soll.

---

[16]) Siehe Allgem. Milit. Zeitung 1822 No. 102, Militair-Chronik; Oesterreich.

[17]) Erfindung des Hr. Rittiez, Compagnie-Chef im französischen Mineur-Corps.

Herr Gillot schlägt nämlich vor: die Minen mittelst einer Art Schlösser wie Feuergewehre zu zünden. An den Hahn dieser Schlösser aber bringt er statt eines Flintensteines, ein mit Phosphor gefülltes Fläschchen, und statt der Batterie, eine eiserne Ruthe an.

Ein solches Schloss befestiget er über einer im Deckel des Pulverkastens gelassenen Oeffnung, und überdeckt es mit einem andern kleinen Kasten ohne Boden, aus dem eine am Drücker des Hahns befestigte Schnur heraushängt, welche in einer Leitrinne durch die Verdämmug läuft, und bis an einen Ort reichet, wo der Mineur vor der Wirkung der Mine gesichert ist. Soll nun die Miene spielen, so zieht der Mineur diese Schnur an, das an dem Hahne befestigte Fläschchen zerbricht an der eisernen Ruthe, worauf es schlägt, und der daraus spritzende Phosphor zündet das Pulver.

Da diese Schnur mittelst kleiner, nach allerlei Richtungen in die Leitrinne eingeschraubter Rollen, jede Wendung erhalten kann, und die Röhre am Ende der Verdämmung nur eine Oeffnung von der Dicke eben dieser Schnur erfordert, so glaubt Herr von H., dass diese Zündmaschine überall anwendbar seyn wird.

Im Jahre 1821 ersann der Mineur Capitain Esnault vom zweiten franz. Genie-Regiment eine Art Lauf-Zünder, welche die hauptsächlichsten bei den bis jetzt vorgeschlagenen Mitteln vorhandenen Nachtheile zu vermeiden scheint.

Lauf-Zünder
(fusée porte-feu).

Dieser Zünder besteht aus einer gewöhnlichen in der Feuerwerkerei gebräuchlichen kleinen Rakete, Fig. 63,

die sich mit einem kleinen hölzernen Kranz endiget, dessen Kopf abgerundet ist. Zu ihrer Anwendung legt man von dem Minenofen an bis zu dem Orte, wo das Feuer mitgetheilt werden soll, eine hölzerne aus schmalen Stücken von 1 Metre Länge zusammengesetzte Rinne, deren Enden in einander passen. In das äussere Ende dieser Rinne wird der Zünder gelegt, welcher, nachdem die in seinem Kopfe befindliche Stupine angezündet ist, mit einer grossen Schnelligkeit sich fortbewegt, in die Ladung eindringt und selbige zündet.

Hat der Zünder Knie zu passiren, oder wenn man das Feuer gleichzeitig nach mehreren Oefen bringen will, so befestigt man bei jeder Veränderung der Direction am Anfange einer neuen Rinne einen zweiten Zünder, dessen in der Form eines Ringes gebogene und durch einen kleinen Nagel fest gehaltene Stupine, keine der Mittheilung des Feuers schädliche Zufälle erlaubt. So wie der erste Zünder an der Vereinigungsstelle zweier Rinnen ankommt, theilt er sein Feuer der Stupine des nächsten Zünders mit und dieser zündet wiederum entweder die Minenladung oder einen dritten u. s. w. Zünder. Um sich noch mehr der Mittheilung des Feuers an den neuen Zündern zu versichern, legt man in der Vereinigungsstelle zweier Rinnen einen kleinen Pulver-Haufen von ungefähr $\frac{1}{2}$ Loth, welcher durch einen in der Sohle der Rinne befindlichen Vorsprung gegen die heftige Bewegung des ersten Zünders geschützt wird, die sonst leicht das Pulver zertheilen könnte.

Spätere Versuche haben gelehrt, dass man auch den nämlichen Zünder zum circuliren in einer mehrere Knie enthaltenden Rinne bringen kann, wenn man bei jedem Knie eine cirkelförmige Rinne legt, die beide Rinnen vereiniget, welche das Knie bilden. Der Halbmes-

ser dieses cirkelförmigen Theiles der Rinne muss ungefähr die doppelte Länge des Zünders betragen.

Um in den Minengängen das Hineindringen des Pulverdampfes zu verhindern, kann man die Leitrinne mit einer oder mit zwei kleinen Ventilen versehen, welche ihrem eigenen Gewicht überlassen, von dem Zünder geöffnet werden und sich darauf von selbst hinter demselben schliessen, wodurch alle Gemeinschaft der Minenkammer mit dem Minengange unterbrochen wird.

Ein Lauf-Zünder, der die Länge von 0,16 Metre hat, geht wenigstens bis 100 Metre, und seine Bewegung oder sein Lauf ist so geschwind, dass zwei Zünder, welche in einem und demselben Augenblick angezündet werden, und sehr verschiedene Entfernungen zu durchlaufen haben, keinen merklichen Zwischenraum in der Zeit ihrer Ankunft geben. Diese Eigenschaft macht das Abpassen des Feuers sehr leicht, welches, wie bekannt, beim Gebrauch der Zündwurst äusserst schwierig ist.

Der gewöhnliche Laufzünder, Fig. 64, enthält 23 Grammen (6 Quentchen) Satz, der aus $\frac{2}{5}$ Mehlpulver, $\frac{2}{5}$ Salpeter und $\frac{1}{5}$ Kohlenstaub besteht. Seine Länge beträgt 16 Centimetre, sein Durchmesser 2 Centimetre, und sein Gewicht 46 Grammen (12 Quentchen); doch kann man ihn nach Bedarf noch viel kleiner machen. So erfordert z. B. der Contre-Brunnen (contre-puits) einen sehr kleinen Zünder, allein dann ist auch seine Lauf-Weite (Portée) kleiner. Schliesslich muss hier noch bemerkt werden, dass der Satz des Laufzünders noch mancher Verbesserungen bedarf; besonders um das Springen der Röhre zu verhindern, ein Uebelstand, der zuweilen eingetroffen, grösstentheils aber der Anfertigung des Zünders zuzuschreiben ist.

Contre - Brunnen
(contre - puits).

Mit diesem Namen belegt man Minenbrunnen, welche in einer gewissen Entfernung oberhalb der Decke der Gallerien der Gegenminen gelegt sind, und von diesen Minengängen aus geladen werden, ohne bei ihrer Explosion letzteren Schaden zu verursachen. Diese Art Brunnen ist 1820 von dem Französischen General Baron de Fleury erfunden worden. Ihr anfänglicher Zweck war, gegen die Erbauung der feindlichen Brunnen zu wirken; doch überzeugte man sich bald, dass sie sich ebenfals zur Zerstörung aller Arbeiten der Belagerer auf der Oberfläche des Erdreichs, als Sappen, Transchee-Reuter u. s. w. eigneten, und zugleich das System der Gegenminen, welches zur Wirkung gegen den feindlichen Mineur tiefer in der Erde liegt unversehrt erhalten, während sie ein höheres Minen-Stockwerk abgeben, um gegen den Sappeur zu agiren.

Zur Anlegung eines Contre-Brunnens, Fig. 65 und 66 oberhalb eines gegebenen Punctes in einem Minengange wird zuerst ein Brunnen von 0,80 M. Breite abgeteuft, welcher bis zur Decke des Minenganges heruntergeht; dann nimmt man einen Theil dieser Decke weg und legt an seiner Stelle einen vollkommen horizontalen Spiegel, der in seiner Mitte eine Oeffnung für den Durchgang einer Verbindungsrinne (gaîne) hat. Diese Rinne läst man darauf in den Brunnen hinunter und passt ihr unteres Ende dergestalt in den Spiegel ab, dass es genau mit dessen unterer Fläche abgleicht; ist dies geschehen, so wird der Brunnen mit der ausgehobenen Erde bis zu einer Höhe von 0,45 Metre unterhalb des oberen Endes der Verbindnngsrinne gefüllt; dann der

leere Pulverkasten eingesetzt, und endlich der Brunnen völlig zugeworfen, so dass auf der Oberfläche des Erdreichs keine Spur von der Anlegung desselben übrig bleibt.

Bis jetzt hat man rücksichtlich der Verbindungsrinne es für rathsamst gehalten, sie ganz einfach aus 4 durch Nägel vereinigten Brettern zu verfertigen. Inwendig muss sie vollkommen glatt seyn, und ihr Durchschnitt gleichförmig 12 Centimetre Seiten-Länge halten. An der Aussenseite dieser Rinne, längs der Wand, welche dem Minengange zugekehrt ist, in welchem ein solcher Brunnen angelegt wird, befestiget man ein Brett, welches seiner ganzen Länge nach eine Rinne hat, die dem Laufzünder (fusée porte-feu) zur Communication dient. Der Pulverkasten hält inwendig 0,58 M. im Quadrat, und 0,63 in der Höhe. Bis jetzt hat man seinen Boden und Deckel aus stark zusammengefügten Brettern von 0,10 M. Dicke verfertiget, damit selbige der ersten Wirkung des Pulvers in verticaler Richtung widerstehen können, und diese darauf zwingen, sich mehr in die Breite auszudehnen. Die Verbindungsrinne geht in diesen Kasten 0,35 M. hinein, und lässt über und neben sich einen leeren Raum, der zur Handhabung des Lade-Instruments nothwendig ist.

Nachdem die Verbindungsrinne und der Pulverkasten in Ordnung gebracht sind, vollzieht man mit Hülfe eines Lade-Instruments (chargeoir) Fig. 67, das Laden des Contre-Brunnens. Dies Instrument besteht aus einer oben offenen kupfernen Büchse, die sich unten pyramidalisch endiget, und vermittelst des Gipfels dieser Pyramide auf einer an dem Ende eines 3 bis 4 Metre langen Schaftes sitzenden Achse befestiget ist. Der Schaft selbst besteht aus mehreren durch eiserne oder lederne

Charniere mit einander vereinigten Theilen, von denen der obere das Gefäss tragende Theil auf einer gewissen Länge von einer aus dünnem und leichtem Holz bestehenden 0,115 Metre breiten Einfassung umgeben ist, die keinen andern Zweck hat, als das Lade-Geräth zu unterstützen, wenn es in die Verbindungsrinne eingeführt worden ist. Nachdem die kupferne Büchse auf ihrer Achse sich selbst überlassen ist, zwingt man sie mittelst einer kleinen an eine der Seiten des Schafts befestigten Feder, sich an der entgegen gesetzten Seite umzukehren, und sich dergestalt des Pulvers zu entledigen. Um endlich die Ladung nach und nach zu den vier Seiten der Rinne ausschütten, und sie zugleich einsförmig in dem Pulverkasten vertheilen zu können, besteht das obere Stück des Schaftes wiederum aus zwei Theilen von denen der obere sich auf den unteren drehen kann, indem es die nämliche Achse behält. Zur Ladung des Contre-Brunnens sind 3 Mann erforderlich, von denen einer das Lade-Instrument führt, der zweite das Pulver in das Gefäss schüttet, sobald der erste es aus der Rinne zieht, und der dritte das erforderliche Pulver dem zweiten reicht. Um das Einschütten des Pulvers in das Lade-Geräthe zu erleichtern, wird es vortheilhaft seyn, dies Pulver in blecherne oder kupferne mit einem Ausguss versehene Gefässe herbeizubringen. Das Lade-Instrument fasst ungefähr 2 Kilogr., daher man für eine Ladung von 50 Kilogr. 25 mal dies Instrument einführen muss, welches ungefähr 50 Minuten erfordert.

Die Verdämmung des Contre-Brunnens geschieht mit hölzernen Dornen (mandrin), Fig. 68, von 0,115 Metre ins Gevierte; welche man in die Verbindungsrinne hineinschiebt. Sie sind mit einander der leichteren Handhabung wegen durch starke Bänder verbunden, die, wenn

die Dörner anschliessen, in eine Höhlung aufgenommen werden, welche an den Enden derselben angebracht ist. Der obere Dorn ist pyramidalisch zugespitzt, um die verticale Wirkung des Pulvers von dem Obertheil der Verdämmung abzuleiten: seine Spitze reicht bis zur Decke des Pulverkastens. Der unterste Dorn endiget sich mit einem ein umgekehrtes T bildendes Stück Holz, welches durch Hülfe zweier auf einer Schwelle ruhenden und durch Keile fest angeschlossener Steifen, gegen die Sohle des Minenzweiges gestützt wird.

Zur Führung des Feuers in den Contre-Brunnen bedient man sich einer verticalen Röhre von Eisenblech, welche mit ihrem oberen Ende in die früher erwähnte kleine Seiten-Vertiefung der Verbindungsrinne eingeführt, und mit ihrem unteren Ende auf einer Leitrinne (auget de conduite) ruhet. Hier befindet sich ein kleiner Zünder dessen Stupine durch ein im Deckel der horizontalen Rinne befindliches Loch in diese Rinne hineingeht. Dieser kleine Zünder fährt alsdann angezündet durch die Leitrinne u. s. w. in den Pulverkasten des Brunnens, wo er auf das Pulver zurückfällt und es anzündet.

Folgende Data hat man bis jetzt zur Ausführung eines Contre-Brunnens am zweckmässigsten gefunden:

Tiefe der Sohle des Minenzweiges unterhalb der Oberfläche des Erdreiches . . . . 7,07 Metre.

Höhe der Decke des Zweiges im Lichten	1,19 M.	
Länge der Verbindungsrinne	3,50 -	
Raum zwischen dem Gipfel der Rinne und dem Deckel des Pulverkastens	0,28 -	
Entfernung der oberen Fläche des Deckels bis zur Oberfläche des Erdreiches	2,10 -	
		7,07 Metre.

Die Entfernung vom Mittelpuncte im leeren Raume des Pulverkastens bis zur Oberfläche des Erdreiches, die man als die kürzeste Widerstandslinie des Contre-Brunnens betrachten kann, beträgt demnach 2,38 M.; nämlich 2,10 M. + 0,28 M., sowie die Entfernung vom gedachten Mittelpuncte bis zur Decke des Minenganges 3,50 M. Da nun letztgenannte Entfernung den verticalen Trennungs-Halbmesser einer mit ihm correspondirenden Ladung von 50 Kilogr. (der ungefähr 3,25 M. gleich ist) um ein Weniges überschreitet, so folgt daraus, dass man den Minenzweig des Contre-Brunnens mit der grössten Sorgfalt zum Schutz gegen die Explosion verkleiden muss, indem man sich hierzu sehr starker und nahe an einander gestellter Thürgerüste bedient.

Der nach oben stehenden Daten construirte, mit 50 Kilogr. geladene, Contre-Brunnen giebt in gewöhnlichem Erdreich einen Trichter von 1,60 M. Tiefe und von 7,15 M. Durchmesser, und zerstört einen in einer Entfernung von 4 M. belegenen Angriffs-Brunnen, ohne den unter ihm befindlichen Minenzweig merklich zu beschädigen; vorausgesetzt, dass er solide verkleidet ist.

Mehrere Male hat man, nach der Explosion eines Contre-Brunnens von den Minenzweige aus versucht, die Dörner aus der Verbindungsrinne (die zu diesem Behufe sehr dauerhaft angefertiget war) zu ziehen, und in ihr eine neue Pulverladuug einzubringen, allein stets sind diese Versuche fruchtlos gewesen.

Damit der Gebrauch der Contre-Brunnen nicht die Anwendung der Horchgänge hindere, legt man sie auf der Flanke dieser Gänge in Schlägen von 2 bis 3 M. Länge. Diese Lage hat ausserdem den Vortheil, die Minengänge keiner Gefahr auszusetzen, im Fall der Feind in den Trichtern der Contre-Brunnen einige Pulversäcke legen

sollte, um die Decke gedachter Minengänge einzuschlagen.

Ein wichtiger Gegenstand bei der Anwendung der Contre-Brunnen, der noch manche Untersuchungen erfordert, so wie dies auch mit dem System der Vertheidigungsminen, zu dem sie gehören, der Fall ist, wäre der, sie auf eine permanente Art anzulegen, so dass man im Augenblick einer Belagerung nur leichte Arbeiten zu ihrem Gebrauche auszuführen hätte. Noch sind keine Versuche in dieser Rücksicht angestellt worden.

Anwendung und Einrichtung der Schüsse oder Schusslöcher zum Steinsprengen.

Die Schüsse (pétards) sind kleine Minenkammern, welche man in Felsen oder in Mauerwerk anbringt, wenn die Aushöhlung auf gewöhnlichem Wege zu mühevoll ist. Die Ausführung derselben erfordert folgende, dieser Arbeit eigenthümliche Werkzeuge, als: den *Steinmeissel* (pistolet), den *Steinbohrer* (barre à mine, oder aiguille), den *Ausräumer*, die *Räumnadel* und den *Setzer*, deren nähere Beschreibung am Ende dieses Buches gegeben ist. Die Arbeit selbst zerfällt:

1) *In die Aushöhlung die Schusses*, Fig. 69. Zu dieser Arbeit sind 3 Mann erforderlich, von denen einer den Steinmeissel mit beiden Händen hält (nachdem zuvor eine kleine Vertiefung zum leichtern Ansatz desselben in das Gestein gehauen worden ist, welche Verrichtung das *Zubrüsten* genannt wird), und ein anderer oder die beiden anderen mit dem Minirham-

mer auf denselben schlagen. Der erste Mineur hat besonders darauf zu achten, den Meisel unter seiner Hand nach verschiedenen Richtungen zu drehen, damit das Loch rund werde, so wie ferner von Zeit zu Zeit dies Loch mit dem Ausräumer zu reinigen. Wenn die Tiefe des Loches nicht 0,40 M. überschreiten soll, kann man es auf diese Weise allein bewerkstelligen; übertrifft aber die Tiefe dieses Loches das genannte Maass, so bedient man sich des Steinbohrers. Diesen Bohrer hält der Mineur ebenfalls mit beiden Händen, indem er ihn unter beständigem Drehen in die Höhe hebt und wiederum fallen lässt. Zur Reinigung des Bohrloches bedient er sich ebenfalls des früher erwähnten Ausräumers.

Da bei den Schüssen das Aufbrechen der Wände mit der Kraftäusserung auf die gedrückte Oberfläche in Verhältniss steht, so wird es vortheilhaft seyn der Pulverkammer eine solche Form zu geben, dass ihre Oberfläche *gross* und ihr Volumen *klein* ist. Dies erreicht man durch den Gebrauch eines *Kernes*, Fig. 70, der aus einem Holz-Cylinder von eben der Höhe besteht, welche die Ladung einnehmen würde, wenn man sich keines Kernes bediente. In der 7ten Nummer des Mémorial de l'officier du génie findet man über diese neue Methode, die Petarden zu laden, eine wissenschaftliche Abhandlung unter dem Titel: "Mémoire sur la théorie des pétardes et ses rapports avec celles des mines et des armes à feu, par le lieutenant du génie Leblanc."

2) *In das Laden des Schussloches.* Die Ladung besteht nach der alten Methode oder nach der bei voller Ladung, wo man sich keines Kernes bedient, für eine Tiefe von 0,50 Metre aus 0,20 bis 0,32 Kilogr.

Bayerische Staatsbibliothek München

Pulver, und füllt nach der Natur des Gesteines entweder $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{3}$ der Tiefe des Bohrloches aus. Bedient man sich aber des oben erwähnten *Kernes,* so folgt, da er völlig von der Pulverladung umgeben ist, dass diese um so viel verringert werden kann, als der Raum beträgt, den der Cylinder einnimmt, indem die Ladung gewöhnlich nur ein Drittel der Höhe des Bohrloches einnehmen darf, die andern zwei Drittel aber von der *Versetzung* (Verdämmung) eingenommen werden.

3) *In die Versetzung und Anfeuerung des Schussloches.* Zu diesem Zweck führt man die Räumnadel in das Bohrloch, so dass ihre Spitze sich in das Pulver einsenkt, und sie selbst sich so dicht als möglich an die Wand des Loches anschliesst. Darauf thut man auf das Pulver zuerst eine Lage Töpfer-Lehm, die man mit dem Setzer stark aufpresst, dann mehrere ähnliche Lagen oder auch dergleichen aus Ziegelmehl, indem man bei jeder Lage die Räumnadel mit grosser Vorsicht auf und nieder dreht, damit sie sich im Augenblick des Aufziehens nicht zu stark anhänge. Die ersten Lagen der Versetzung werden gewöhnlich mit einem hölzernen Setzer angesetzt, die andern aber mit dem eisernen Setzer. Wenn das Loch des Schusses auf diese Weise gefüllt ist, formt man eine kleine Muschel aus Lehm um die Räumnadel herum, zieht selbige darauf heraus, füllt den dergestalt entstandenen Kanal so wie auch die Muschel mit gut gekörntem Pulver, und setzt auf selbiges einen Mönch oder ein *Schwefelmännchen.* Letzteres ist ein 3 Zoll langes Stück Schwefel, das an dem einen Ende weich gemacht und oben auf den Kanal geklebt, an den andern Ende aber ange-

Bayerische Staatsbibliothek München

zündet wird. Eine grosse Anzahl von Versuchen die an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten angestellt worden sind, haben gelehrt, dass eine gewisse Menge Luft welche man um das Pulver lässt, die Wirkung der Schüsse vergrössert [18]). Diese Versuche sind von der Schule des zu Metz garnisonirenden Genie-Regiments im Jahre 1823 wiederholt worden, und aus den hierüber vom Genielieutenant Roguet abgefassten Bericht ergiebt sich, dass ein gewisses oberhalb der Ladung gelassenes Volumen Luft, Fig. 71, welches er mit dem Namen bourrage élastique (elastische Versetzung) bezeichnet, eine merkbare Vermehrung der Aushebung (déblais) des Schusses, oder richtiger eine Besparung an Pulver bewirkte, wenn man nur die nämliche Wirkung verlangte. Zwei gleiche Schüsse, nämlich: von denen a die gewöhnliche Ladung, b nur ein Drittel derselben, aber über sich das doppelte Volumen Luft enthielt, welches die Pulverladung einnahm, brachten augenscheinlich dieselbe Wirkung hervor, obgleich übrigens die Explosion dieser beiden Minen verschiedene Phänomene zeigte. So breitete sich z. B. die Anfeuerung des Schusses b nicht aus (ne fusait pas), und man bemerkte einen sehr in die Augen fallenden Zeitraum zwischen dem Lichtstrahl und dem Augenblick der Explosion. Sie warf keine Stein-Stücke heraus, dahingegen waren die Dimensionen der abgebrochenen Steinblöcke viel beträchtlicher, besonders in der Tiefe der Ladung.

---

[18]) Bibliothèque britannique 7ter Band Pag. 23; 10ter Band Pag. 28 und 11ter Band Pag. 29.

Obgleich die mit Luft versehene Pulverladung einer Petarde eine grössere Wirkung hervorbringt, darf man doch daraus keinesweges den Schluss ziehen, dass man die Versetzung vermindern könne; denn wenn diese weicht, so schwächt die Vergrösserung des Volumens die Zurückwirkung (Réaction) und Spannung (Tension) des Pulvergasses, und letzteres wird dann davon gehen, ohne den Stein zu zerbrechen. Dies geht auch aus den Versuchen zu Metz hervor. Nur bei den überladenen Minen kann man die Verdämmung vermindern, bei denen die Vergrösseruug des Volumens, wegen der ungeheuren Gasmenge, wenig an Druck verliert.

Oft *unterlässt* man *den Gebrauch der Räumnadel;* alsdann rollt man das aus feinem Mehlpulver bestehende Leitfeuer in ein Blatt Löschpapier [19]), oder auch füllt man damit in einander gesteckte Strohhalmröhrchen, und führt diese Anfeuerung gleichzeitig mit der Ladung in das Bohrloch ein, so dass das eine Ende der Röhre in der Ladung steckt, während das andere aus dem Bohrloche hervorragt; darauf verdämmt man, wie früher beschrieben ist, mit dem Setzer. Letzterer kan ebenfalls entbehrt werden, wenn man, wie es bei den grossen Aushöhlungen zu Cherburg der Fall war, nach Jessops Methode, mit trockenem feinem Sand verdämmt, der nur auf das Pulver geschüttet wird. Endlich haben

---

[19]) Zu dem Ende nimmt man eine Portion Knirsch- oder auch Mehlpulver, feuchtet es mit Wasser an nnd bereitet daraus einen Teig, womit man einen Bogen Papier überstreicht; darauf rollt man ihn zusammen, und füllt die dergestalt erhaltene Hülse, nachdem sie trocken ist, mit feinem Pulver, u. s. w.

spätere Versuche gezeigt, dass man auch des Mönches oder des Schwefelmännchens nicht bedarf, indem das unmittelbar der Anfeuerung mitgetheilte Feuer zu seiner Verbreitung bis zur Ladung Zeit genug gebraucht, damit der Mineur sich ohne Gefahr entfernen kann.

Drei Mineure können an einem Tage drei Schusslöcher, jedes von 0,54 M. Tiefe, aushöhlen und laden. Haben sie besonders gute Instrumente, so erfordert diese Arbeit nur $4\frac{1}{2}$ Stunden.

Nach dem Spielen des Schusses vollendet man die Absonderung der Stein-Stücke durch Brechstangen, oder auch zerschlägt man sie mit eisernen Schlägeln oder Steinbrecher-Hammern und nimmt dann die einzelnen Stücke weg, um später der Aushöhlung ihre erforderliche Form zu geben.

Häufige Thatsachen haben rücksichtlich der Ladung der Schüsse gezeigt, dass man nach der Methode des Obersten Varnhagen beinahe die Hälfte der Pulvermenge mit Sägespänen ergänzen kann. Diese Späne müssen von Ulmen oder Buchen genommen, sehr trocken, und mit dem Pulver wohl vermischt seyn. Ein solchergestalt geladener Schuss bringt eine gleiche Aushöhlung hervor, als wenn man unvermischtes Pulver dazu genommen hätte. Dahingegen sind aber die losgerissenen Felsenstücke grösser, und erfordern daher zu ihrer Theilung einen häufigeren Gebrauch des Hammers.

Im Jahre 1822 sind unter der Leitung des Bataillonschef Thommassin vom französischen Genie-Corps zu Belfort Versuche über die Wirkung der mit Sägespänen vermischten Pulverladnngen angestellt worden, aus de-

nen sich zufolge der 7ten Nummer des Mémorial de l'officier du génie ergab:

Für Schüsse von 18 Linien im Durchmesser und von 3 Fuss Tiefe kann die Ladung aus gleichen Volumen Pulver und Sägespänen bestehen, und bis zu dem Total-Volumen, den die für einen solchen Schuss im Allgemeinen angenommene Ladung von 18 Unzen einnimmt, vermindert werden. Ferner scheint es, man könne dies nämliche Verhältniss Pulver und Sägespäne auch für kleinere Schüsse bis zu denen von 1 Zoll im Durchmesser für jeden Fuss Tiefe und darunter annehmen, die eine Ladung erfordern, bei der das Pulver zwei Drittel ausmacht, das andere Drittel aber durch ein gleiches Volumen Sägespäne ergänzt wird.

Uebrigens begreift man leicht, dass da die Schnelligkeit der Entzündung mit der Menge des sich nach und nach entzündenden Pulver-Gasses wächst, zu den kleineren Schüssen im Verhältniss mehr Pulver erforderlich ist als zu den Grösseren.

Sprengung einer unter dem Wasser belegenen Bank (Klippe im Meere).

Um eine solche Steinmasse mit Hülfe einer Mine zu sprengen, bedient man sich entweder eines Schusses oder einer Minenkammer.

Im ersten Fall, Fig. 72, höhlt man mit dem Steinbohrer ein Loch in die Bank, und lässt in dieses einen mit Pulver gefüllten blechernen Cylinder von gleichem Durchmesser hinein, aus welchem eine Röhre hervorragt, in deren äusseres Ende das Leitfeuer und der Mönch eingeführt wird.

Im zwsiten Fall, Fig. 73, lässt man zwei Kufen oder Bütten ohne Boden ins Wasser nieder, von denen die eine in die andere kommt, und deren Dauben durch eiserne Reifen dergestalt zusammen gehalten werden, dass sie an einander gleiten können, damit ihre unteren Enden sich so viel wie möglich, durch Schlagen auf die oberen Enden, an die Unebenheiten der Steinmasse anschliessen lassen. Den sich zwischen den Kufen befindlichen Raum, füllt man darauf mit wohl geschlagener Töpfererde (Letten) aus, und leert die innere Kufe. Endlich teuft man einen Brunnen im Innern dieser Kufe ab, und bringt, nachdem er seine erforderliche Tiefe erhalten hat, an einer seiner Seiten die Minenkammer an.

Schleifungs- oder Demolirungsminen.

Die Ladung derjenigen Minen, deren Zweck es ist, Mauerwerk niederzuwerfen, berechnet man, wie schon früher für Minen angeführt ist, die in einem beliebigen Medium liegen, mit Hülfe der in der 2ten Tabelle für die verschiedenen Arten von Mauerwerk angeführten Ladungen.

Legung einer Sturmlücke in einer freistehenden Mauer.

Nachdem man die Stärke der Mauer, so gut wie möglich, in Erfahrung gebracht hat, verfährt man auf folgende Weise:

Erster Fall: Wenn die Mauer nur 0,60 Metre oder 0,90 Metre stark ist, legt man ohne weiteres

ein oder zwei Pulverfässer gegen selbige, und zündet sie an.

Zweiter Fall: Wenn die Mauer eine Stärke von 1,50 oder 2,00 M. hat, bauet man eine oder zwei Minen unter ihrem Fundament, und zwar senkrecht unter der Mitte ihrer Stärke.

Dritter Fall: Wenn die Mauer 3 oder 4 M. stark ist, Fig. 74, öffnet man in ihrem Fusse, oder ungefähr 0,30 M. oberhalb des Wasserstandes, einen Minengang, führt diesen bis zur Mitte der Mauer und giebt ihm zwei rechtwinklige Schläge oder Wendungen, an deren Enden die Minenkammern angelegt werden.

Legung einer Sturmlücke in einer mit Erde angeschütteten Mauer. Fig. 75.

Man öffnet am Fusse der Mauer, oder 0,30 *M.* oberhalb des Wasserstandes, einen senkrecht gehenden Minenzweig, führt diesen bis zur Erde, und legt darauf rechts und links zwei andere Zweige an, die längs dem inneren Parement der Futtermauer in gleicher Länge mit der Stärke der letzteren laufen. An ihren Enden werden alsdann die Minenkammern dergestalt angelegt, dass sie in die Mauer ungefähr bis auf die Hälfte ihrer Stärke eindringen.

Anstatt der Anlegung der Minenzweige in der Stärke der Mauer wird es vielleicht oft weniger schwierig seyn, am Fusse der Mauer einen Brunnen abzuteufen, und dann unterhalb ihres Fundaments einen Minengang zu führen.

Zur Legung einer Sturmlücke in einer belagerten Festung durch Hülfe der Minen, werden auf beiden Sei-

ten des ausspringenden Winkels 2 Mineure angesetzt, die am Anfange des Eindringens in die Futtermauer von oben gegen Kunstfeuer durch starke mit Blech beschlagene Bohlen, über welche man Häute von neulich geschlachtetem Hornvieh ausbreitet, und gegen Seitenschüsse, durch Schulterwehren gedeckt sind, die aus auf einander geschichteten Erdsäcken bestehen. Die Richtung des Eindringens ist anfangs senkrecht auf die Futtermauer, später wendet man sich rechts und links zum Treiben der Zweige. Cormontaingne empfiehlt bei diesem Verfahren, jedem Zweig eine Länge zu geben, die der halben Höhe der Futtermauer gleich ist, und das Feuer der beiden in den Façen des Werkes angelegten Minenöfen so abzupassen, dass sie 30 Fuss von einander entfernt sind. Er legt auch senkrecht mit der innern Crête Oefen an und giebt ihnen eine Ladung, als wenn sie in gewöhnlichem Erdreich angelegt würden, damit das Mauerwerk nicht zerstäubt und die Sturmlücke nicht zu steil oder abschüssig werde. Auch sagt er, dass die Mineure zur Legung dieser Minen, deren Wirkung übrigens ungewiss ist, 3 volle Tage gebrauchen, daher die Kanonen allezeit, wo sie angewandt werden können, geschwinder und sicherer zum Ziele führen.

Sprengung der Futtermauern.

Hat die Futtermauer keine Widerlagen, oder wenn letztere nur eine Stärke von einem Metre haben, so dringt man mit mehreren Zweigen in gleicher Entfernung senkrecht in die Futtermauer ein, und zwar so, dass die Trichter der an ihren Enden gelegten Minenöfen etwas in einander greifen. Haben ihre Widerlagen die gewöhnlichen Dimensionen, Fig. 76, so legt man die

Minenöfen so viel als möglich in die Mitte derselben, da wo sie mit der Mauer vereiniget sind.

Ist nur wenig Zeit zu verlieren, so bedient man sich anstatt zweier Minen zu einer Attaque nur einer zu jeder, und legt diese Minen nur bis auf $\frac{3}{4}$ der Stärke der Mauer von dem äusseren Parement abgerechnet, indem man sie immer so weit von einander legt, dass ihre Trichter etwas in einander greifen, Fig. 77.

Ist Wasser im Graben, welches eine zweckmässige Anlegung der Minen verhindert, so teuft man längs dem innern Parement der Mauer Brunnen ab, Fig. 78, oder lässt sie auch wohl von aussen nach innen zu gehen, und treibt darauf rechts und links einen Zweig, zur Anlegung der Minenkammer, gegen die Mauer vor. Die Tiefe der Brunnen muss so gross seyn, dass man der Verdämmung eine hinreichende Länge geben kann; sollte es aber dazu an Zeit oder Gelegenheit fehlen, so muss die Ladung verhältnissmässig vermehrt werden.

Will man zu gleicher Zeit mit der Mauer eine bedeutende Masse der hinter ihr sich befindenden Erde sprengen, so treibt man die Zweige weiter vor, Fig. 79, und legt die Minenkammern so an, dass sie erst einige Augenblicke später spielen, als die an der Mauer anliegenden. Hiedurch erhält man bei Legung einer Sturmlücke den Vortheil, dass die Brustwehr auf die Ruinen der Futtermauer geworfen, mithin die Sturmlücke practicable wird. Ausserdem wird auch die Verbauung auf selbiger gegen die feindlichen Minen, die hier angelegt seyn könnten, gesichert.

Liegt ein Minengang hinter der Futtermauer, Fig. 80, so werden die Pulverkammern in erstere gelegt, indem man sie um die Hälfte ihrer Dicke in die Mauer einlässt, und sie in einer Entfernung gleich der doppelten

Länge ihrer kürzesten Widerstandslinie, von einander legt. Darauf verdämmt man den ganzen Raum des Minenganges zwischen den Kammern und den an ihren Enden in einer Länge, welche mit der Ladung der äussersten Minenkammern im Verhältniss steht.

Folgende Methode wird auch zum Ziele führen: indem man die Entfernung des Minenganges bis zum äusseren Parement der Mauer als die kürzeste Widerstandslinie betrachtet, denkt man sich eine Reihe *gewöhnlicher* Minen in einer gegenseitigen Entfernung gleich dem doppelten dieser Linie, und berechnet die Summe ihrer Ladungen. Diese Summe vermehrt man um die Hälfte (für einen gewöhnlichen grossen Minengang), vertheilt sie in demselben in eine gewisse Anzahl Haufen von Pulver, und vereinigt letztere durch starke Leitfeuer mit einander. Darauf verdämmt man alle Eingänge des Minenganges mit grosser Sorgfalt, so dass nur die mit dem zu sprengenden Theile correspondirende Länge leer bleibt, und zündet. Beträgt der Minengang mehr als 2 Metre in seiner Breite und Höhe, oder wenn er eine grosse Anzahl von Verdämmungen erfordert, so muss man die Ladung vermehren.

Schleifung eines Thurms.

Hat der Thurm einen innern Durchmesser von 6 M. oder darüber, Fig. 81, so dringt man von innen in die Mauer ein und legt in ihr die Minenöfen so an, dass sie der inneren Seite derselben näher liegen als der äusseren. Hängt der Thurm mit einer Mauer zusammen, so muss diese zugleich mit gesprengt werden, damit nicht ein Theil des Thurms stehen bleibe; zu welcher Absicht man die Minenöfen in ihren Vereinigungspuncten anbringt, weil diese Puncte am mehrsten Widerstand leisten.

Hat der Thurm nur einen Durchmesser von 4-5 M., Fig. 82, so wird er geschleift, indem man in seiner Mitte einen Brunnen abteuft, dessen Tiefe ungefähr bis unter das Fundament des Thurmes geht, und eine Minenkammer anlegt, deren Ladung nach einer kürzesten Widerstandslinie angenommen wird, die dem Halbmesser des Thurms bis zu seinem äussern Umfange gleich ist. Nach geschehener Ladung bedeckt man den Boden des Thurms mit zwei Reihen über Kreuz gehender Balken, und legt wiederum über ihnen zwei stärkere kreuzweise in einander gefalzte Balken, die gegen die Mauern der Wölbung abgesteift werden.

Wird man durch Wasser an dem Abteufen des Brunnens gehindert, oder sollte der Thurm Schiesslöcher haben, die keine Anlegung der Minen in der Stärke der Mauer erlauben, so legt man das Pulver auf dem Fussboden des Thurmes in einen stark gezimmerten Kasten, und steift ihn nach allen Seiten gegen die Mauer ab. Thüren, Fenstern und Schiesslöcher müssen gut versetzt werden.

Ist der Thurm viereckig und hat er mehrere Stockwerke, so werden die Minen gewöhnlich an seinen vier Ecken angelegt, und im letzteren Fall verdämmt man das erste Stockwerk.

Sprengung eines Pulvermagazins.

Ein Pulvermagazin wird gesprengt, wenn man unter den Strebe-Pfeilern und den Giebelmauern eine Reihe von Minen anlegt. Erlaubt die Zeit dies nicht, so schüttet man das Pulver in der Mitte des Magazins auf den Fussboden, versetzt Thüren und Fenstern, und zündet die Ladung von aussen durch eine Pulverwurst an. Zur

Bestimmung der hierzu erforderlichen Pulvermenge, wird die Mauer des Magazins durchgängig von der Stärke der Strebepfeiler und von derselben Länge wie die Entfaltung dieser Pfeiler und der Giebelmauern angenommen. Nach dieser Stärke und Länge, wird die Mauer wie eine Futtermauer behandelt, hinter der zu ihrer Sprengung Minen angelegt werden sollen; mithin ist die kürzeste Widerstandslinie der Stärke dieser Mauer gleich. Die Summe der zu diesen Minen erforderlichen Ladungen vermehrt man um die Hälfte und legt, wie früher beschrieben, die ganze Ladung in der Mitte des Magazines in einen Haufen nieder.

Diese eben angeführte Methode lässt sich nur bei solchen Magazinen anwenden, deren Grösse nicht 140 Quadrat Metre überschreitet. Im Falle eines grösseren Inhalts vermehrt man die Total-Ladung um so vielmal mit der Ladung einer dieser Vergleichungsminen, als der innere Inhalt 8 Quadrat Metre grösser ist.

Ist das Magazin bedeutend länger als breiter, so wird das Pulver in mehrere Haufen vertheilt.

Als Beispiel führen wir hier zwei Pulvermagazine von besonderer Construction an, die im Jahre 1801 zu Tortona gesprengt wurden:

Das eine dieser Magazine war 47 Fuss lang, 30 Fuss breit und unter dem Schlussstein 37 Fuss hoch. Seine Mauern hatten 8 Fuss Stärke.

Es war von einem 9 Fuss breiten und 12 Fuss hohen Corridor umgeben, dessen äussere Mauer eine Stärke von 7 Fuss hatte. Man häufte ohne weitere Vorkehrung 1,300 Pfund Pulver in der Mitte des Magazins auf, und verstopfte sorgfältig alle Oeffnungen desselben, ohne sich übrigens um den Corridor zu bekümmern. Die Explosion rasirte alle Mauern bis zum Boden, und schleuderte

sie in Gestalt grosser Blöcke auf bedeutende Entfernung. Das Gewölbe wurde in einer Breite von ungefähr 15 Fuss, 5 bis 6 Fuss hoch gehoben, worauf es nach Innen zusammenstürzte.

Das zweite Magazin hatte eine Länge von 58 und eine Breite von 30 Fuss. Es war auf 3 Seiten ebenfalls von einem Corridor umgeben, und hatte ein Stockwerk. Das Erdgeschoss war mit sehr starken Strebepfeilern versehen, die grösstentheils ihr Fundament auf Felsen hatten. Man legte in dem Stockwerk 1,600 Pfund Pulver in vier Haufen zu 400 Pfund in jede Ecke. Die Explosion stürzte sowohl Mauern als Pfeiler zusammen und riss letztere in Gestalt grosser Stücke bis zu ihrem Fundamente heraus.

Sprengung einer Brücke.

Um eine Brücke zu zerstören, deren Pfeiler eine Stärke von 1,30 bis 1,60 Metre haben, bringt man in einem derselben 2 Minenöfen, jeden von 50-60 Kilogr. an, Fig. 83. Zur Abpassung ihres Feuers befestiget man an dem Pfeiler durch Hülfe einiger Krampen einen Balken oder eine Bohle, worauf die Zündwurst angebracht wird.

Wenn der Pfeiler eine Stärke von 2 oder 3 Metre hat, Fig. 84, bringt man in seiner Mitte und parallel mit seiner Länge zwei Oefen von 150 bis 200 Kilogr. an.

Brücken grösserer Art erfordern mehrere Oefen, die gleichzeitig angezündet werden. Ein lehrreiches Beispiel, wie mit solchen Brücken zu verfahren ist, findet man, im niederen Theil der Lehre vom Festungs-Kriege des Hr. Major Aster Pag. 695 bis 697, in der Beschreibung

der Sprengung eines Theils der grossen steinernen Elbbrücke zu Dresden im Jahre 1813.

Fehlt es an Zeit im Innern dieser Pfeiler Minen anzulegen, so hauet man queer über die Brücke längs dem Schluss des Bogens eine Rinne oder einen Einschnitt von 0,50 Metre Tiefe ein, Fig. 85. schüttet 150 bis 200 Kilogr. Pulver darein und zündet die Ladung an. Mit dieser Pulvermenge sind Wölbungen von vollkommen halber Bogenrundung, die eine Länge von 8 Metre und am Schlussstein eine Stärke von 1,30 Metre halten, gesprengt worden.

Man kann auch in der Mitte eines Brückenbogens, den man zerstören will, eine Kreuz-Rinne einhauen, deren Zweige eine Länge von 3 Metre und eine Tiefe bis zur Aussenseite (extrados) des Gewölbes erhalten. In jeden Zweig füllt man, bei einer Dicke des Gewölbes von 1 Metre, 75 Kilogr. Pulver, bedeckt dies Pulver mit Balken die mit Erde beladen sind, und zündet es an.

Ferner kann man auch einen Brückenbogen sprengen, indem man an der Binnenseite (intrados) des Gewölbes durch Hülfe einiger Stricke eine unbedeckte Leitrinne aufhängt, die dann mit einer gewissen Quantitet Pulver angefüllt wird.

Ist die zum Sprengen zu verwendende Pulvermenge nur geringe, so haut man an jeder Seite der Gewölbachse längs der Richtung der Gewölbwinkel eine Rinne aus, welche beinahe bis zur Aussenseite des Gewölbes geht, legt darauf in die Sohle der einen Rinne zwei oder drei Minenöfen, jeden von 12 bis 15 Kilogr. Pulver, an, und bedeckt die Rinne mit Holz, Erde oder auch mit den Hau-Steinen des Brücken-Geländers, die zu diesem Behuf aufgenommen sind.

Rücksichtlich der gezimmerten Brücken, sprengt der Mineur sie mit Hülfe mehrerer Pulverkasten, die er unter die Brückenglieder hängt und darauf anzündet.

Schleifung ausgemauerter Minengänge.

Um solche Minengänge zu schleifen, bringt man entweder Schüsse (Petarden) in den Minenpfeilern von Metre zu Metre an und passt ihr Feuer für 4 zugleich ab, oder man legt von 4 zu 4 M. Minenöfen hinter den Strebepfeilern, ladet sie mit 4 bis 7 Kilogr. Pulver und passt ebenfalls das Feuer für 4 Oefen zugleich ab. Letztere werden allein in der Stärke der Pfeiler verdämmt, indem man jede Verdämmung gegen den gegenüber stehenden Pfeiler absteift.

Aehnlicher Mittel bedient man sich zur Schleifung der Poternen, Casematten und anderer mit ihnen analoger Constructionen.

Schleifung eines Hauses.

Ein Haus wird geschleift, indem man die Fensterlehnen und Pfeiler, welche die Fenster und Thüren von einander trennen, dergestalt untergräbt, dass nur einige beinahe viereckige Pfeiler zum Tragen des ganzen Huuses übrig bleiben. In diesen Pfeilern legt man Minenöfen von 5 bis 6 Kilogr. Pulver an, die durchHölzer und Streben stark verdämmt werden, und bei denen man das Feuer so genau wie möglich abpasst, damit sie alle gleichzeitig springen können.

Schleifung eines Brunnens.

Die Brunnen können durch Pulver-Fässer von 100 bis 150 Pfund völlig zerstört werden, welche man an

Stricke hängt, die an einen Balken queer über der Oeffnung befestiget sind.

Beispiele von Schleifungen.

Wir halten es für nützlich hier einige Beispiele anzuführen, die aus den französischen Berichten über die Schleifungen der Wälle Wiens im Jahre 1809 genommen sind.

Als Vorbemerkung dient, dass das Mauerwerk 20 Pfund Pulver für jede Cubik-Toise erforderte, und dass nach diesem Verhältniss alle Minenöfen geladen wurden.

Eins der Bollwerke hatte 48 Fuss Höhe der Eskarpe. In der Brustwehr desselben teufte man Brunnen von 35 Fuss Tiefe ab, die einen gegenseitigen Abstand von 55 bis 60 Fuss erhielten. Aus jedem Brunnen führten 2 Zweige, an deren Enden die Kammern dicht an der Mauer, ungefähr 13 Fuss oberhalb des Grabens, und in einer Entfernung von 28 bis 29 Fuss von einander lagen. Die diesen Minenkammern gegenüber liegende Mauer, hatte eine Stärke von 14 bis 15 Fuss. Die Ladung derselhen betrug 500 Pfund für jede. Die Futtermauer wurde vollkommen in grossen Stücken eingestürzt, und die Frde des Wallgangs bildete eine leicht zu ersteigende Böschung.

Ein 2tes Bollwerk hatte einen Eskarpen-Minengang von 8 Fuss Höhe und 3 Fuss Breite, der beinahe durchgängig mit der Sohle des Grabens wagerecht lag, und 13 Fuss von dem äusseren Parement der Mauer entfernt war. In diesen Minengang legte man in verschiedenen Haufen von 1,000 und 2,000 Pfund eine Ladung von 14,000 Pfund Pulver, die nach der früher erwähnten *Regel* berechnet war. Man verdämmter mit möglichste

Genauigkeit die Enden des Ganges mit Brennholz. Die ganze Futtermauer wurde vollkommen, ohne einen einzigen Stein-Wurf, und ohne grosses Geräusch umgestürzt.

Ein 3tes Bollwerk wurde wie das Vorhergehende geschleift, nur dass man wegen einer bedeutenden Anzahl Oeffnungen und Löcher, die sich in den Eskarpen-Minengang befanden, die berechnete Ladung zwischen $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{3}$ derselben verstärkte.

Das sich am meisten auszeichnende Bollwerk hatte eine Futtermauer von 63 Fuss Höhe mit Einschluss des Fundaments und der Brustwehr, und eine Stärke von $19\frac{1}{2}$ Fuss in ihrer Grundfläche und $9\frac{1}{2}$ Fuss an ihrem Gipfel. Es hatte einen Eskarpen-Minengang von $6\frac{1}{2}$ Fuss Breite und gleicher Höhe, der an verschiedenen Stellen durch die Strebepfeiler der Mauer verengt war, die in einer Mittelzahl von 30 Fuss von einander entfernt lagen, und in denen Durchgänge von 4 Fuss Breite angebracht waren. Diese Pfeiler hatten ungefähr an ihrer Wurzel 12 Fuss Stärke, 8 Fuss an der von der Mauer abgewandten Seite, und 12 Fuss Länge. Das Gewölbe des Minenganges hatte eine Stärke von 2 Fuss, und ihre Widerlagen 3 Fuss. Die Sohle des Minenganges lag längs den Facen in der ganzen Länge derselben 5 Fuss unterhalb der Grabensohle; je zwischen zwei Strebepfeilern war von denselben ein Schornstein oder ein Luftrohr aufwärts geführt, dessen obere Oeffnung sich in die innere Böschung der Brustwehr befand: endlich stand der Minengang mit Anderen in Verbindung, die unter dem Wallgange des Bollwerks angelegt waren.

In diesen Minengang legte man 33,200 Pfund Pulver (die *Regel* schrieb 37,000 Pfund vor) und vertheilte es in 11 Haufen, nämlich: einen im ausspringenden Winkel, drei auf jeder Face und einen in der Mitte jeder

Flanke. Alle diese Haufen vereinigte man durch Hülfe sehr starker Lauffeuer, die allein zu ihrer Anfertigung 2,500 Pfund Pulver erforderten. Sämmtliche Eingänge des Minenganges wurden so hermetisch wie möglich vermittelst ins Gevierte behauener Hölzer verstopft, die so dicht auf einander gelegt wurden, dass sie sich beinahe berührten, und deren Zwischenräume mit Erde ausgefüllt waren. Die Explosion dieser ungeheueren Pulvermenge zerstörte die Futtermauer vollkommen. Jedem Minenofen gegenüber wurde die Masse des Mauerwerks über 8 Toisen herausgeschleudert und dort in kleinere Stücke zerbrochen. In den Fächern (Getrieben) wurden die Massen ebenfalls herausgeworfen, allein in beträchtlicheren Bruchstücken. Nur im ausspringenden Winkel und in jedem Schulterwinkel blieben, so sehr man auch dort die Pulverhaufen verstärkt hatte, kleine Pyramiden stehen, die in allen Richtungen erschüttert, Risse erhalten hatten.

Die halben Monde hatten Eskarpen von 35 Fuss Höhe mit Inbegriff der Brustwehr. Die Futtermauern waren durch Bermen von 5 Fuss Breite, 20 Fuss oberhalb der Grabensohle in zwei Hälften getheilt. In diesen Bermen teufte man von 24 zu 24 Fuss, 18 Fuss tiefe Brunnen ab, und legte das Pulver in rechts und links an der Sohle angelegte Minenöfen. Ein jeder derselben hatte 12 Fuss zur kürzesten Widerstandslinie, und würde 300 Pfund Pulver zu seiner Ladung erfordert haben; allein man vermehrte sie bis 350 Pfund, theils weil sie in zwei Hälften getheilt wurde, und theils weil man die Brunnen nur unvollkommen verdämmte. Ungeachtet sich alle Brunnen entdämmten, erhielt man eine vollkommene Schleifung.

Ein Theil der Contrescarpe wurde vermittelst eines an sie anstossenden Minenganges geschleift. Die Pulverladung war wegen der zahlreichen Löcher, welche man nur unvollkommen verstopfen konnte, um ein bedeutendes grösser als die *Regel* vorschrieb.

Ein anderer Theil der Contrescarpe wurde vermittelst Minenöfen, die an der Futtermauer in einer gegenseitigen Entfernung der doppelten Widerstandslinie angelehnt waren, geschleift. Für jedes Paar Oefen trieb man senkrecht auf die Futtermauer einen Zweig vor, und legte wiederum an ihn rechts und links Zweige.

Um die Courtinen zu schleifen, teufte man von 24 zu 24 Fuss Brunnen ab, welche bis 10 Fuss oberhalb der Grabensohle hinuntergingen. Von der Sohle dieser Brunnen aus trieb man einen Zweig vor, um auf die Mauer zu stossen, und legte die Ladungen in die Mauer, wenn diese über 12 Fuss Stärke hatte, im entgegensetzten Fall aber in die Erde. Die Ladungen variirten zwischen 250 nnd 300 Pfund Pulver. Die Zweige wurden mit Erde und Rasen verdämmt, die Brunnen dahingegen nur zugeworfen. Stets brachte die Explosion eine vollkommene Zerstörung hervor.

Bei diesen Schleifungen bemerkte man, dass das Abpassen des Feuers keineswegec unumgänglich nothwendig ist, sondern dass eine einfache gegenseitige Verbindung der Oefen vermittelst Pulverwürste hinreicht. Nur in dem Bezirk der Contrescarpe ist dies Abpassen nothwendig, um zu vermeiden, dass nicht die Oefen der einen Face Trümmer nach der Andern schleudern, die dort die Würste überschneiden könnten.

Zuweilen stiess der Mineur, wenn er beim Abteufen der Brunnen bis auf eine gewisse Tiefe gekommen war, auf altes Mauerwerk, welches ihn zwang erstere zu ver-

lassen und wiederum aufs Neue mit anderen anzufangen. Aus diesem Grunde legte man zu der zur Abteufung dieser Brunnen erforderlichen Zeit einen Tag zu, der mit dem Namen Tag des Herumtappens (jour de tâtonnement) belegt wurde.

Endlich überzeugte man sich während dieser grossen Arbeit, bei welcher die Mineure gut bezahlt wurden, dass sie in Mauerwerk von Backsteinen in der Regel nur 3 Fuss täglich und in Mauerwerk von hartem Stein nur 1 Fuss täglich eindringen konnten.

Umwerfung der Pallisaden und Thore.

Zur Legung einer Sturmlücke in Pallisadirungen, Fig. 89, höhlt man ein Loch von 0,50 Metre Tiefe am Fusse einer der Pallisaden aus, legt einen Erdsack mit einer Ladung von 10 Kilogr. Pulver darein, aus welchem das Leitfeuer (entweder eine Zündwurst, ein Zünder oder Mönch) hervorragt, und wirft darauf das Loch mit Erde zu, indem man sie zugleich mit dem Fusse stampft. Diese Arbeit erfordert nur einen Mann und 1½ Minuten zur Vollführung.

Kann kein Loch am Fusse der Pallisade ausgehöhlt werden, so legt man einen Sack mit 20 Kilogr. Pulver gegen die Pallisade, Fig. 90, bedeckt ihn mit 4 gefüllten Erdsäcken, und zündet ihn an. — Auf diese Weise erhält man eine Lücke von 4 bis 5 Pallisaden, vorausgesetzt dass diese nicht die gewöhnliche Stärke von 25 Centimetre überschreiten.

Um ein Thor, unter welchem sich eine bedeutende Oeffnung befindet, umzuwerfen, Fig. 91, bringt man gegen den untern Theil desselben eine kleine aus leichtem Holz verfertigte Bank an, auf der ein mit 30 Kilogr.

Pulver gefüllter Sack gelegt, und durch Hülfe von 8 bis 10 gefüllten Erdsäcken gegen das Thor gestützt wird. Zur Anzündung bedient man sich entweder der Zündwurst, des Zündlichtes oder des Mönches.

Iu Frankreich wendet man hierzu mit Erfolg, die durch die 92ste Figur bezeichnete Einrichtung eines Mönches an, welche nach Legung des Pulversackes durch Hülfe einiger Nägel über ihn befestiget wird.

Die Explosion zerbricht das Thor, selbst wenn es auch noch so solid gebaut ist.

Ein treffendes Beispiel zu der eben gegebenen Lehre vom Umwerfen der Pallisaden und Thore, giebt die Beschreibung der Erstürmung der Brücke von Amarante in den Mémoires sur les opérations milit. des Français en Galice en Portugal et dans la valée du Tage en 1809 par M. le Noble.

Minenarbeiten,

welche in einem belagerten Platz ausgeführt werden können, mit Ausnahme der Gegenminen.

Unter Voraussetzung, dass eine halbe Mineur-Compagnie in ein regulaires 12 Eck geworfen wird, welches ganz von Minen entblösst ist, soll hier gezeigt werden, welche Mineurarbeiten sie zur Verstärkung dieses Platzes ausführen kann.

Die halbe Compagnie bestehe ausser 2 Offizieren und einem Tambour aus:

4 Sergeanten
6 Corporalen
2 Feuerwerkern
30 Obermineuren
30 Untermineuren

72 Köpfe.

Von dieser Zahl kann man nur die Corporale und Obermineure als Brigade- oder Angriffs-Chefs betrachten, denn die Sergeanten erhalten die Aufsicht über die Arbeiten, die Feuerwerker arbeiten im Laboratorio, und den Untermineuren fehlt es im Allgemeinen an den gehörigen Kenntnissen, um einen Minen-Angriff leiten zu können. Es bleiben uns also nur 36 Angriffs-Chefs übrig, welche in drei Divisionen getheilt, die sich jede 12te Stunde ablösen, 12 Minen-Angriffe abgeben. Jeder dieser Angriffe erhält 4 Handlanger, welches im Ganzen 144 Mann beträgt, von denen die Untermineure nur einen kleinen Theil ausmachen. Die übrigen werden aus der Infanterie der Garnison genommen.

Diese Mineure müssen insbesondere an der Verstärkung der am meisten angreifbaren Fronten arbeiten. Sind aber alle Fronten des Platzes von gleicher Stärke, wie hier angenommen wird, so arbeiten sie gleichmässig an allen Fronten, bis die Angriffsfronte bestimmt ist.

Demzufolge stelle man während der Berennung, die hier als 10 Tage dauernd angenommen wird, eine Brigade in der Capitallinie des bedeckten Weges eines jeden halben Mondes an, und lasse sie anfangs mit einem grossen, später aber mit einem halben Minengang cheminiren (vorwärts gehen). Da nun jede Brigade in einer Mittelzahl von 5 Stunden 1 Metre eines grossen Minenganges, und in 3½ Stunden 1 Metre eines halben Minen-

ganges ausheben kann, so ergiebt sich, dass während der 5 ersten Tage der Berennung, jeder Angriff 24 M. eines grossen Minenganges, und während der 5 letzten Tage 34 M. eines halben Minenganges vollführen kann, welches die Spitze eines jeden Horchganges wenigstens 20 M. über die ausspringenden Winkel des bedeckten Weges hinaus, bringen wird.

Gleich nach der Eröffnung der Laufgräben vereinigen sich die 12 Mineur-Brigaden in der Angriffsfronte, Fig. 93. und bauen von diesem Augenblick an bis zur Anlegung der Tranchée-Reuter, das will sagen, während der 12 ersten Tage seit der Oeffnung der Laufgräben, die in der 93sten Figur bezeichneten Minengänge oder Zweige unter dem bedeckten Wege des angegriffenen Bollwerks und unter dem der zwei zur Seite gelegenen Halben-Monde.

Rücksichtlich der letzteren würde am richtigsten folgendes vorzunehmen seyn: Man verlängere den Horchgang in der Capitallinie bis zu einer Länge von 30 Metre vom ausspringenden Winkel des bedeckten Weges, vermittelst eines halben Minenganges, und gehe von da mit einem Zweig noch 10 Metre weiter vor, welches beinahe bis zum Ausgange des Einfassungsbogens der Sappe führen wird; rechts und links von diesem Horchgange lege man zwei andere an, und bestimme die gegenseitige Entfernung dieser 3 Gänge auf 12 Metre von Achse zu Achse, indem man die kürzeste Widerstandslinie der hier zu bauenden Minen für 6 Metre annimmt. Auf diese Weise werden sich der Trichter auf der Oberfläche des Glacis berühren und eine Breite von ungefehr 36 Metre einnehmen. Ausserdem kann das Spielen einer Mine in einem der Horchgänge nicht den benachbarten Gang zerstören, weil ihre Trennungs-Halbmesser nur 10,50 Me-

tre betragen, und zwischen den Horchgängen ein Massives von 11 Metre Dicke bleiben wird. Man construire die Seiten-Horchgänge in halben Gängen mit Ausnahme ihrer Oerter oder Anbrüche (amorces), welche in einer Länge von ungefähr 12 Metre aus grossen Minengängen bestehen. Sie werden bis zur Höhe der Tranchée-Reuter vorgetrieben, worauf von ihren Spitzen Zweige von 8 bis 10 Metre ausgehen, deren Minenkammern unter den Tranchée-Reutern und unter der Sappe, die erstere mit einander vereiniget, führen. Die 3 Horchgänge stehen unter sich durch 3 kleine transversale Gänge in Verbindung. Von diesen bildet der erste, der 5 oder 6 Metre von der Ründung der Contrescarpe läuft, einen halben Minengang, und dient vornehmlich als Magazin für die Bau-Materialien und das Pulver; der zweite liegt beinahe unter dem ausspringenden Winkel des bedeckten Weges und bezweckt einen Luftstrohm zwischen den Horchgängen zu bewirken, der erlaubt, dass die zur Seite belegenen Gänge sich jenseit des ausspringenden Winkels des bedeckten Weges erstrecken können. Diese Transversale besteht nur aus einem Zweig. Die dritte Transversale endlich, welche ebenfalls aus einem Zweig besteht, vereiniget die Spitzen der Seiten-Horchgänge. Sie ist bis zum Anfange des zwischen dem Belagerten und Belagerer entstehenden Minenkrieges von grösster Wichtigkeit, theils um frische Luft in die Minenzweige zu bringen, theils um die Communication unter den Horchgängen zu erleichtern. Es würde wohl rathsam seyn, in jedem der beiden Theile dieser transversalen Gänge eine gut schliessende Thüre anzubringen, um den Pulverdampf, der sich durch das Spielen einer Mine erzeugt haben könnte, zu verhindern, in die andern Gänge zu dringen.

Es versteht sich von selbst, dass der Belagerte im Laufe des Minenkrieges andere Zweige auf den Flanken der Horchgänge zu führen haben wird, um in ihnen Quetscher anzubringen.

Ausserdem bauet der Belagerte zur Sprengung der feindlichen Bresch-Batterie-Stände Minen mit einer kürzesten Widerstandslinie von 6 Metre, die in einer Entfernung von 7 Metre parallel mit der Crête des bedeckten Weges, 12 Metre von einander gelegt werden. Da die Bresch-Batterien sich nicht jenseit der zweiten Traverse erstrecken werden, so sind gewöhnlich 6 solcher Minen für jeden Zweig des bedeckten Weges hinreichend.

Diese Dispositionen geben unter dem bedeckten Wege der beiden Halben-Monde folgende Ausdehnung der Minengänge:

Grosser Minengang	24 Metre
Halber Minengang	162 —
Minen-Zweig	232 —

und erfordern, wie man sich leicht davon überzeugen kann, ungefähr 12 Tage-Arbeiten von 5 Mineur-Brigaden; welches für beide Halben-Monde des angegriffenen Bollwerks 10 Brigaden ausmacht.

Für das Bollwerk bleiben demnach nur 2 Brigaden übrig, die nur allein zum Bau der Minen anzuwenden sind, welche die feindlichen Bresch- und Demontir-Batterie-Stände sprengen können. Diese Minen, Fig. 94. deren kürzeste Widerstandslinie hier zu 12 Metre angenommen wird, liegen gegenseitig 12 Metre von einander entfernt und 7 Metre von der Crête des bedeckten Weges. Ausser ihnen placire man noch andere in einer Entfernung von 10 bis 12 Metre weiter vorwärts; sie erhalten ungefähr die nämliche Widerstandslinie. Der-

gestalt erhält man 5 Systeme jedes von 3 Minen, die eine Ausdehnung von ungefähr 220 Metre Zweige darbieten, und in einem Zeitraum von 14 Tagen beendigt sind; also bevor der Feind den bedeckten Weg des Bollwerks angreiffen wird.

Uebrigens ist hier zu bemerken, dass wenn das angegriffene Bollwerk rücksichtlieh der beiden zur Seite liegenden Halben-Monde sehr einwärts liegen sollte, es vielleicht für vortheilhafter befunden werden könnte, die ganze Minen-Vertheidigung nur allein auf diese Halben-Monde zu beschränken, und ausser den früher angegebenen Dispositionen *flüchtige Minen* (zur Vertheidigung der Sturmlücke) anzulegen, so wie auch, im Fall das Erdreich es erlauben sollte, eine Verbindung unterhalb des Grabens zu bewerkstelligen.

Sollten aber dahingegen das angegriffene Bollwerk und die beiden gedachten Halben-Monde merkbar in einer und derselben Linie liegen, so beschäftiget man sich vorzugsweise mit der Vertheidigung des Bollwerks.

Endlich ist es unmöglich zu bestimmen, wie gross der Verbrauch des Pulvers zur Führung des Minen-Krieges seyn wird, dessen Disposition wir so eben gegeben haben; indessen lässt sich durch Annäherung annehmen, dass jede Mine von 6 M. kürzester Widerstandslinie, die man in einem Horchgang spielen lässt, diesen Gang um 6 M. verkürzen wird, dergestalt dass in jeden von ihnen ungefähr 8 Minen springen können, welches für die 6 Horchgänge 48 beträgt. Da ferner gegen die Bresch- und Contre-Batterien 39 Minen etablirt sind, so erhalten wir im Ganzen genommen 87 Minen, die jede zu 314 Kilogr. den Totalbedarf von 30,000 Kilogr. Pulver erfordern können.

Von den Flatterminen (fougasses).

Die eigentliche Flattermine. Mit diesem Namen belegt man jede Mine, deren Pulverkammer an einer der Seiten des Brunnens liegt; gewöhnlich beträgt ihre kürzeste Widerstandslinie nur 3 bis 4 M. oder nach den deutschen Schriftstellern *unter* 10 Fuss.

Man senkt, um diese Flatterminen zu erbauen, auf dem Punkt wo die Mine liegen soll, einen Brunnen ab, dessen Ausbau sich nach der Beschaffenheit des Bodens richtet. Auf dem Grund dieses Brunnens wird in einer der 4 Seiten die Pulverkammer angebracht, dessen Kasten man, nachdem die Leitrinne mit der Zündwurst darin befestiget ist, vermittelst angestemmter Holzstücke absteift, worauf der Brunnen wiederum so zugeworfen wird, dass seine Lage nicht kennbar ist. Die Leitrinne führt man nach Verschiedenheit des Orts dergestalt bis an die innere Böschung des Glacis oder auch bis an den Graben (überhaupt nach einen sicheren Ort), dass sie, aus der Kammer in die Höhe geleitet, in einer Tiefe von 1,60 oder 1,50 Metre parallel mit dem Erdboden fortläuft. Im Fall man keine Bomben zu fürchten hat, wird es hinreichend seyn, die Leitrinne nur in einer Tiefe von 0,60 bis 0,80 M. parallel mit dem Boden fort zu führen.

Sollen die Flatterminen längere Zeit in der Erde bleiben, bevor sie gesprengt werden, so müssen sowohl der Pulverkasten als auch die Leitrinne mit Pech getauft, oder die Ladung in doppelte Kasten und die Zündwurst in doppelte Röhren gelegt werden. Nach einem von Lefebvre angestellten Versuche können solche Minen gegen drei Monate unbeschädigt in der Erde bleiben.

Ist aber das Erdreich so feucht, dass das Regenwasser durchläuft, so müssen die Brunnen, worin die Kammern angelegt werden sollen, unter diese vertieft, und bis auf die Sohle dieser Kammern wieder mit Kieselsteinen ausgefüllt werden. Die Leitrinnen aber legt man dergestalt in Rinnen, dass zwischen beiden ein leerer Raum bleibt, worinn sich das Regenwasser sammeln kann. Diese Leitrinnen erhalten nebst ihren äusseren Rinnen einen Fall gegen einen Graben, so dass das Wasser sich durch die dahin verlängerten Rinnen in ihn ergiessen kann.

Bombenminen oder *Bombenkasten* (fougasses à bombes), Fig. 95. Die Bomben können, indem sie einzeln oder in einer gewissen Anzahl vereiniget, eingegraben werden, entweder bevor sie nach Aussen in Bewegung gesetzt sind, oder indem sie zur Oberfläche des Erdreichs kommen, springen.

Sollen sie, bevor sie in Bewegung gesetzt sind, springen, so müssen sie so stark geladen seyn, dass sie gleichzeitig einen Trichter bewirken, durch dessen Oeffnung die Stücken herausgeworfen werden.

Sollen sie erst an der Oberfläche des Erdreichs springen, so ist hiezu eine besondere Pulvermenge erforderlich, die allein den Trichter bewirken und die Bomben nach oben bewegen soll, während letztere nur die zu ihrer Sprengung nothwendige Ladung erhalten.

In beiden Fällen bedient man sich eines Kastens, der durch einen Spiegel in zwei Hälften getheilt ist, in deren oberen die Bomben kommen, indem ihre Zünder durch den Spiegel gehend, 2 bis 3 Centimetre unterhalb desselben hervorragen. Im ersten Fall legt man in den untern Theil nur eine Zündwurst, im zweiten Fall da-

hingegen zugleich auch die zur Hervorbringung des Trichters erforderliche Ladung.

Folgende Tabelle enthält einige zur Anlegung der Bombenminen erforderliche Data:

Bezeichnung der Bomben.		VolleLadung der B.		Sprengladung.		Tiefe in welcher die volle Ladung einen Trichter hervorbringt.	
Caliber.	Gewicht.	Pfd.—	Unzen	Pfd.—	Unzen	Fuss —	Zoll.
6 Zoll.	22 bis 24 ℔.	1	6	-	12	2	6
8 —	42 — 44 —	4	1	1	-	3	6
10 —	98 — 102 —	10	-	3	-	5	-
12 —	145 — 150 —	17	-	5	-	6	-
18 —	500	48	-	12	-	8-9	-

Sowohl die eigentlichen Flatterminen als die Bombenminen haben den Nachtheil, nur eine geringe Wirkung oberhalb der Ränder ihres Trichters hervorzubringen; daher sie gerade in dem Augenblick sgringen müssen, in welchem der Feind sich über ihnen befindet, und wodurch diese Art Minen wenig furchtbar werden [30]).

Steinminen (fougasses-pierriers). Diese neue von dem französischen General Baron de Fleury vorgeschlagene Art Flatterminen hat vor den vorhergehenden den Vortheil voraus, ihre Wirkung auf eine grössere Entfernung vom Mittelpunct des Pulvers hinaus zu erstrecken; daher sie häufiger, sowohl in der Feldbefestigung zur

---

[30]) Der englische Oberstlieutenant *Miller* hat eine sehr einfache Einrichtung zum Sprengen der Bombenkasten mittelst Detonations-Composition erdacht, deren Beschreibung nebst Abbildung in dem Philosophical magazine, Mai 1827, S. 358 so wie im 2ten Juli Heft 1828, S. 88 des allgemein verbreiteten Polytechnischen Journals von Dr. Dingler, steht.

Flankirung der Gräben und zur Vertheidigung der ausspringenden Winkel, als auch in der permanenten Befestigung zur Vertheidigung der Fleschen, der Werke der Contre-Approschen, und selbst der Sturmlücken angewandt werden kann.

Die Steinmine besteht aus einem conischen Trichter, dessen Achse gegen den Horizont geneigt ist, und auf dessen Boden sich ein getheerter mit Pulver gefüllter Kasten befindet, der durch eine Leitrinne mit dem Punct in Verbindung steht, von wo man die Mihe anzünden will. Oberhalb der Ladung befindet sich senkrecht auf der Achse des Trichters ein Spiegel, der zum Herauswerfen der Steine, Holzstücke oder jeder anderen Art Geschosse bestimmt ist, die man im Trichter der Flattermine aufgeschichtet hat.

Die Achse des Trichters, Fig. 96, hat gegen den Horizont eine Neigung von 45 Grad und dessen Seitenwände bilden mit ihr einen Winkel von ungefähr $26\frac{1}{2}$ Grad, dergestalt dass von den beiden in dem verticalen Plan der Achse befindlichen Constructionslinien (génératrices) sich die eine gegen die Horizontallinie, die andere gegen die Vertikallinie, um ein Drittel ihrer Länge neigt. Die Basis dieses Trichters bildet in dem Erdreiche eine Ellipse deren Riss sowohl als die andern Dimensionen der Flattermine hinreichend durch folgende Erklärung bezeichnet sind:

A P Tiefe der Flattermine = 1,80 Metre.
P C = 0,33 Metre; C D = D E = 0,70 M.;
C E = 1,00 Metre; A F = A′ F = $\frac{2}{3}$
F E = 0,37 Metre; die horizontale Entfernung von A nach B = $0{,}33 + \frac{1{,}80}{a + \frac{1}{3}}$; (a stellt die Neigung des Erdreiches zufolge der Achse der

Flattermine vor, z. B.: $\frac{1}{10}$, $\frac{2}{15}$ u. s. w.). Die horizontale Abscisse A m = B m' = $\frac{1,43}{a+1}$ die Ordinate m n = m' n' = $\frac{1,50 + \frac{1}{2}\,a}{a+1}$.

Wenn der Boden fest ist, so senkt man die hintere Seite der Flattermine nach der Böschung A E ab, ist er aber schlecht, nach der Linie A' E, und legt nachher die Böschung A E mit Rasen, indem man ungefähr 0,50 M. über den natürlichen Boden hinausgeht. In beiden Fällen, gräbt man nach hinten eine Furche von ungefähr 0,30 M. Breite und 0,60 M. Tiefe, um in ihr die Leitrinne zur Verbindung mit dem Pulverkasten zu legen.

Für eine Tiefe von 1,80 Metre (die gewöhnliche) beträgt die Pulverladung 25 Kilogr., und die Ladung der Flattermine besteht entweder aus 3 bis 4 Cubik-Metre Ziegelsteinen, oder auch aus einem letzteren gleichen Gewichte anderer Geschosse. Ueberhaupt ist es eine wesentliche Bedingung, die Flattermine nicht mit Geschossen zu überladen. Der Spiegel hält 1 Metre im Quadrat und 0,10 M. Dicke.

Die Anzündung geschieht vermittelst eines Windlichtes hinter einer Pallisade an dem einen Ende der Zündwurst, welches sich in einem durch einen Pfropf verschlossenen Kasten befindet, Fig. 97. Durch diesen Pfropf geht ein Pflock, um welchen ein hinreichend langes Stück Zündwurst gewickelt ist, so dass ersterer, indem man ihn mit Hülfe eines Bindfadens wegzieht, am Fusse der Pallisade hinfällt. Auch wird es leicht seyn einen kleinen Apparat zur Anwendung des *Lauf-Zünders* zu verfertigen, der hier wegen seiner Schnelligkeit bei weitem der Zündwurst vorzuziehen ist.

Man legt auch Steinminen, Fig. 98, an, um solche zu unbestimmter Zeit laden zu können. Sie unterschei-

den sich von der eben beschriebenen darin, dass die Pulverladung erst einen Augenblick vor ihrem Sprengen oder Spielen hineingelegt wird, und dass Alles Uebrige lange voraus eingerichtet ist. Zu diesem Ende legt man unter dem Spiegel den unteren Theil einer hölzernen Rinne (chaîne en bois), die mit der Achse des Spiegels einen Winkel von 60 Grad bildet, und nach oben an eine Art kleiner Brunnen gränzt, wohin eine Furche von 0,60 Metre Tiefe führt, die zur Aufnahme der Leitrinne und ihrer Zündwurst zur Zeit der Ladung dieser Flattermine bestimmt ist. Durch diese hölzerne Rinne lässt man den Pulverkasten unter den Spiegel gleiten, und verdämmt dann die ganze Länge oberhalb des Kastens mit Sandsäcken, die durch Hülfe einer Handramme an einem langen Schafte angesetzt werden; darauf wird die Zündwurst und die Leitrinne gelegt, die bis zur Nische geht, in welcher man anzünden will, und endlich der kleine Brunnen nebst der Furche der Leitrinne so schnell als möglich von Mineuren und deren Handlangern mit Rasen und Erde zugeworfen, welche schon im voraus um diese Oeffnungen herum aufgehäuft worden sind. Zwölf Mann können eine Steinmine von 1,80 M. Tiefe in 3 Stunden vollenden, deren Wirkung einen Raum von 35 M. Länge und 65 M. Breite, mit mehr oder weniger zerstreuten Steinen bedeckt.

Sollte die Abteufung des Trichters nach einer conischen Oberfläche Swierigkeiten für wenig geübte Arbeiter verursachen, so kann man auch diese Oberfläche durch 3 andere Flächen ergänzen, die mit der Achse der Flattermine, Fig. 99, einen Winkel von $26\frac{1}{2}$ Grad bilden. In diesem Falle erhält man wie oben A B = 0,33 Metre $+ \frac{1{,}80}{a + \frac{1}{2}}$, und man kann B b = $\frac{2\ A\ B}{5}$, A H = 0,80

Metre nehmen, wie man auch r s = 0,50 Metre erhält. Diese Flatterminen mit planen Seiten (faces planes) bringen kennbar die nämliche Wirkung wie die conischen Flatterminen hervor.

Zur Flankirung eines Grabens, construirt man Steinminen mit bestreichendem Feuer, Fig. 100, deren Achse nur einen Winkel von 20 bis 25 Grad mit dem Horizont bildet. Diese Art Flatterminen erhalten nur eine sehr kleine Oeffnung nach der Seite hin, welche sie durch ihre Steine beschützen sollen; auch errichtet man zur grösseren Sicherheit an dieser Seite bis zu einer Entfernung von, oder 2 Metre von der Flattermine eine Mauer von Rasen. Die ihr entgegengesetzte Seite bildet mit der Achse der Mine einen Winkel von 45 Grad.

Flüchtige Minen.

Diese Minen bestehen aus rechteckigen ausgepichten Kasten von ungefähr 2 M. Länge deren jeder 275 Kilogr. Pulver fasst.

Sie werden auf der Grabensohle, nach Beschaffenheit des Erdreiches 2 bis 3 M. tief, eingegraben und dienen dazu, den von der Sturmlücke herabgerollten Schutt hinwegzuheben. Ihr Abstand von der Futtermauer beträgt ungefähr 2,75 M., und die gegenseitige Entfernung der Kasten 9 M. Die Ladung dieser Kasten ist verschieden, und ihre Zündung geschiehet gleichzeitig. Die Leitfeuer dieser Minen führt man nach völlig sicheren Puncten in der erforderlichen Tiefe, damit sie durch keine darauf schlagenden Bomben zerstört werden können.

Tracirung der Minen.

Nachdem erst der Plan eines Minensystems oder Minengewebes auf dem Papier construirt ist, und die Längenmaasse so wie die Richtungen der verschiedenen Achsen der Minengänge darauf bezeichnet sind, bietet dessen Tracirung auf dem Erdreiche nur geringe Schwierigkeit dar. Diese Verrichtung wird gewöhnlich auf folgende Art ausgeführt:

1) Man sucht in der Befestigung eine auf dem Plan angezeigte Linie auf, deren Richtung der Tracirung als Basis dienen kann, z. B. die Capitallinie eines Werkes.
2) Man setzt von dieser als Basis angenommenen Hauptrichtung die Richtungslinien der verschiedenen Minengänge ab.
3) Man bestimmt auf dem Erdreiche alle die Abmessungen der Tracirung durch Hülfe von Perpendicularen, die entweder mit einem Zimmermanns-Winkelmaas, oder mit einem hölzernen Winkelmaass von grösseren Dimensionen, oder auch mit jedem andern hierzu dienlichen Instrument errichtet sind, und bedient sich hierzu anstatt der gewöhnlichen Absteckstangen, Blei-Lothe, welche von dem Ende einer schräg gehaltenen Stange herunterhängen.
4) Man führt die Richtungslinien der Minengänge, welche aus den Gräben ihren Eingang haben, über selbige zurück, indem man zu dem Ende nach Aussteckung eines Pfahles auf der Seite der Contreskarpe und eines andern auf der der Eskarpe eine Schnur von dem einen Pfahl zum andern ausspannt. Alsdann lässt man im Graben zwei Blei-Lothe von den Enden zweier geneigter Stangen herabhängen und rich-

tet die Stangen so ein, dass die Blei-Lothe mit der oben erwähnten Schnur eine und dieselbe Verticallinie bilden, worauf man zwei andere Pfähle in den auf der Grabensohle durch die Lothe bezeichneten Puncte einschlägt.

5) Man nivellirt das Erdreich zur Bestimmung des Falles der Minengänge, und schreibt das Resultat dieser Verrichtung in einem Nivellements-Register ein, welches auf folgende Weise abgefasst wird:

Bezeichnung der Punkte.	Gefundene Höhenzahlen.	Höhenzahlen der besonderen Niveau-Pläne der Stationen.	Höhenzahlen, die auf den General-Vergleichungsplan reducirt sind.

Dass alle diese Verrichtungen rücksichtlich der Tracirung mit der grössten Sorgfalt geschehen müssen, versteht sich von selbst.

Beschreibung
des Handwerkszeuges und der Instrumente des Mineurs.

Das Handwerkszeug und die Instrumente des Mineurs lassen sich in folgende 6 Classen eintheilen:

1) Werkzeug zur Aushebung der Erde und zu den Schleifungen,

2) Werkzeug zum Sprengen des Gesteins und Mauerwerkes,

3) Geräth zum Transport der Erde,
4) Zimmermanns-Werkzeug,
5) Ladezeug,
6) Instrumente zur Erleuchtung und zur Herbeiführung der frischen Luft (die Wettermaschinen [31]).

Werkzeug zur Aushebung der Erde und zu den Schleifungen.

Die *Spitzhaue* (pioche ordinaire), Fig. 101. Spitze und Schärfe (Schneide) sind verstählt. Gewicht: 2 Kilogr.

Der *viereckige Spaten*, Fig. 102; seine Schärfe ist verstählt. Gewicht: 1½ Kilogr.

Der *runde Spaten*, Fig. 103; seine Schärfe ist verstählt; Gewicht: 1½ Kilogr.

Der *krumme Spaten* (escoupe), Fig. 104. Er unterscheidet sich durch seine grössere Krümmung von dem runden Spaten; und dient zum Aufladen der ausgestochenen Erde.

Die *Ochsenzunge* (langue de boeuf), Fig. 105. Sie dient vorzüglich zum Abstecken (Traciren) und zum Einzwängen der Schwänze der Verkleidungsbretter. Gewicht: 1½ Kilogr.

Die *Erdscharre* oder *Kratze* (drague), Fig. 106; dies Werkzeug dient nur in dem Falle, wenn der Mineur in den Minengängen auf Wasser stossen sollte.

Der *Spitzhammer* (pic à tête), Fig. 107. Gewicht: 2,30 Kilogr.

Die *Steinhaue* (pic à roc), Fig. 108. Gewicht: 1,40 Kilogr.

---

[31]) Alle übrige, dem Mineur nicht eigenthümliche Werkzeuge und Instrumente sind hier nicht beschrieben.

Die *zweischneidige Haue* (pic à tranche), Fig. 109, Gewicht: 2 Kilogr. Letzt genannte 3 Werkzeuge sind verstählt, und haben stumpfe Hauen (pics). Alle vorhergehenden Werkzeuge haben einen mehr oder weniger langen Stiel, dessen Gewicht nicht 0,75 Kilogr. (1½ ℔) überschreitet.

Das *Spitzeisen* (poinçon à grain d'orge), Fig. 110.

Der *Minirmeisel* (ciseau de fer), Fig. 111.

Der *Eisenkeil*, Fig. 112. Letztgenannte 3 Werkzeuge dienen zur Erweiterung der Fugen oder des Raumes zwischen zwei zusammen gesetzten Steinen, um die Brechstangen anwenden zu können.

Die *Brechstange* (pince), Fig. 113 und 114. Ihre passende Länge beträgt 1 Metre.

Werkzeug zum Steinsprengen.

Der *Steinmeisel* oder das *Steineisen* (pistolet), Fig. 115; dies Werkzeug dient zum *Zubrüsten* (Einhauen einer kleinen Vertiefung im Gestein zum leichtern Ansatz des Bohrers) des Schuss- oder Bohrloches. Gewicht: 3 bis 6 Kilogr. Seine Länge variirt von 0,60 bis zu 1 Metre. Die Schneide desselben ist verstählt.

Der *Steinbohrer* (aiguille oder barre à mine), Fig. 116, eine an beiden Enden verstählte eiserne Stange, welche nach dem Gebrauch des Meisels zur Vollendung des Bohrloches dient; ihre Länge variirt von 1,30 bis 2 Metre, und ihr Gewicht von 6 bis zu 10 Kilogr.

Die *Kratze*, oder der Räumlöffel (curette), Fig. 117, ein eiserner Löffel mit einem langen Stiel, dessen man sich zum Reinigen des Bohrloches von dem Bohr- oder Steinmehl bedient. Seine Länge variirt von 0,60 bis zu 1,50 Metre. Mittelzahl seines Gewichts ½ Kilogr.

Die *Räumnadel* (épinglette), Fig. 118, ein eiserner Stift, den man während der Verdämmung des Schusses in das Bohrloch steckt, und darauf herauszieht, um in den solcher gestalt entstandenen Canal die Einfeuerung einzuführen. Ihre Länge variirt ebenfalls von 0,60 bis zu 1,50 Metre; so wie auch ihr Gewicht in der Mittelzahl $\frac{1}{2}$ Kilogr. beträgt.

Der *Setzer* (refouloir), Fig. 119, besteht aus einer eisernen Stange, an deren untern Ende sich ein kupferner Schuh befindet, der zum Durchgang der Räumnadel mit einer kleinen Rinne versehen ist. Dieser Schuh hat den Nachtheil, sich schnell abzunutzen und zugleich unten einen Wulst zu bilden, die das genaue Verdämmen gegen die Wände des Bohrloches verhindert. Aus diesem Grunde verfertigt man oft den Setzer ganz aus Eisen; zuweilen aber auch den Schaft aus Hols und den Schuh aus Kupfer oder Eisen.

Der *Schlägel* oder *Bohrfäustel* (masse de fer) dient zur Anfertigung des Bohrloches. Gewicht: 2 bis 3 Kilogr.

Der *Schrämmhammer* (pic à roc à tête) dient zum Lösen der grossen Steinstücke vermittelst eiserner Keile.

Der *Bohrlappen* zum Austrocknen des Bohrloches, wenn man zur Erleichterung der Arbeit das Gestein angefeuchtet hat.

Transportmittel zur Wegräumung der Erde.

Der *Minirkorb* (panier), Fig. 120, dient oft die Erde in den Minenzweigen bis zu ihrem Ausgang zu tragen. In schmahlen Brunnen ziehen zwei Mineure ihn durch Hülfe von Stricken in die Höhe. Er fasst ungefähr $\frac{3}{4}$ Kubikfuss Erde.

Der *Minirwagen* (chariot), Fig. 121, besteht aus einem Untergestell, auf welches entweder ein Korb oder ein Kasten gesetzt wird. Gewöhnlich schiebt ein Mineur den Wagen, während ein anderer ihn an einem Strick zieht. Der Kasten fasst ungefähr $1\frac{1}{2}$ Kubikfuss Erde.

Der *Erdkasten* zum Gebrauch in grossen Brunnen (caisse ferrée), Fig. 102, wird gewöhnlich in dem Brunnen gefüllt, wo der Mineur die ausgehobene Erde provisorisch niederlegt. Er ist mit zwei Ringen zur Aufnahme der am Taue der Winde befindlichen Haken, sowie mit zwei Handgriffen versehen, und fasst $1\frac{1}{2}$ Kubikfuss Erde.

Die *Winde* oder *Haspel* (treuil) für den Brunnen, Fig. 123, besteht aus zwei Stützen, einer Welle mit ihrem Handgriffen und aus einem Seil. Erstere werden mit ihren angeschnittenen Zapfen in die zu ihrer Aufnahme verfertigten Zapfenlöcher der Joche des Ohrrahmens gesteckt, und ausserdem durch zwei Leisten mit einander verbunden, die sich an der entgegengesetzten Seite der Stelle befinden, nach welcher die ausgehobene Erde gebracht wird.

Der *Schubkarren* (brouette) hat kurze Arme zum leichteren Handtiren in den Wendungen der Minengänge. Er fasst ungefähr $1\frac{1}{4}$ Kubikfuss Erde.

Werkzeug zur Legung der Minenhölzer.

Der *Maassstab* zu zwei und zu einen Metre ist an seinen Enden mit Eisen beschlagen, und am zweckmässigsten seiner ganzen Länge nach oben in Centimetre und an den Seiten in Decimetre eingetheilt.

Das *Richtscheit* (règle de maçon oder de 4 pieds) erhält am vortheilhaftesten eine Länge von 1,30 bis 1,50 Metre.

Die *Setzwaage* (niveau de maçon), Fig. 124, behält nur kurze Zeit ihre vollkommene Genauigkeit; doch kann man sich ihrer auch dann bedienen, wenn sie unrichtig zeigt. Zu diesem Ende lege man die Setzwaage auf ein geneigtes Richtscheit und bezeichne den Punkt, den das Bleiloth berührt; kehre darauf die Setzwaage um, bezeichne den neuen vom Bleilothe berührten Punkt und nehme das Mittel zwischen diesen beiden Punkten, so wird man genau den mit dem waagerechten Zustande dieses Instruments correspondirenden Punkt erhalten.

Der *Handfäustel* (masse à main), Fig. 125, wiegt ungefähr 2 Kilogr.

Die *Schnur* Fig. 126. Es wird zweckmässig seyn, sie an einem kleinen eisernen Stecher (fiche) aufzurollen, der sowohl zur Befestigung des einen Endes der Schnur, als auch zur Reinigung der Kerben in den Schwellen u. s. w. dienen kann.

Der *Bohrer*, Fig. 127, hat eine Länge von 10 bis 12 Centimetre.

Der *Hammer*, Fig. 128, hat eine gespaltene Bahn, deren einer Arm länger als der Andre ist und sich mit einer Spitze endiget.

Die *Bleischnur*, Fig. 129, hat ein *eisernes* Loth.

Die *ordinaire Säge*, Fig. 130; die *Handsäge*, Fig. 131.

Die *Kneifzange*, Fig. 132; der *Meissel*, Fig. 133;

Der *eiserne Zirkel*, Fig, 134; das *Handbeil*, Fig. 135;

Der *Werkzeugkasten* Fig. 136;

Der *Geissfuss* (pince à pied de biche), Fig. 113, ist ein sehr nützliches Instrument zur Berichtigung der Stellung der Thürgerüste, zur leichteren Handhabung der Verkleidungsbretter u. s. w. Seine Länge beträgt zum Gebrauch in einem grossen und einem hal-

ben Minengang 1 Metre, in den Zweigen aber nur 0,65 Metre.

Hölzerne Keile von verschiedener Grösse.

Ladezeug zu den Minen.

Säcke von Thierhäuten, die bis auf 25 Kilogr. fassen können.

Pulvermaasse, Fig. 137, zu 5 und 2 Kilogr.

Der *Trichter,* Fig. 138, znm Füllen der Zündwürste.

Der *kupferne Hammer.*

Instrumente zur Erleuchtung und zur Luftzubringung in den Minengängen.

Der *Minirleuchter*, Fig. 139, zur Erleuchtung der Arbeiten in den Minengängen.

Die *Laterne.* Sobald der Mineur mit Pulver umzugehen hat, erleuchtet er seine Arbeit mit einer aus zwei Theilen bestehenden Laterne, die sich in einander schieben lassen. Ihre Wachskerze kann nur durch das Herausnehmen des unteren Theils derselben eingeführt werden, da sich das aus durchsichtigen Horn bestehende Fenster nicht öffnen lässt.

Davy's Sicherheitslampe, Fig. 140. Da die eben beschriebene Laterne trotz ihrer besonderen Einrichtung dem Mineur keine hinreichende Sicherheit gewährt, so hat der Preussische Ingenieur-Hauptmann Blesson die Davy'sche Sicherheitslampe, die in einem feinen Drahtgewebe brennt, zum Gebrauch bei den Ladungen der Minen vorgeschlagen, nachdem er sich durch vielfältige Versuche überzeugt hatte, dass diese Lampe mit Sicherheit dem Pulverstaube ausgesetzt werden könnte. Gleich-

zeitig mit ihm beschäftigte sich (zufolge Annales de l'industrie Julius 1826) ein gewisser Hr. Rochon mit ähnlichen Versuchen. Bei diesen legte er einige Prisen Jagtpulver auf das obere Netz [32]), wo sie eine halbe Stunde lang unangezündet verblieben, nur klümperte das Pulver etwas zusammen.

In dem London Journal of arts and sciences Jan. 1825, schlägt Hr. Dillon einige Verbesserungen an dieser Lampe vor, die nicht allein für den Bergmann, sondern auch für den Mineur von Nutzen seyn können, daher ich sie aus Dinglers Polytechnischem Journal entlehne, nämlich:

1) Die Flamme der Lampe zu vergrössern, und ihr Drahtgitter schwarz zu machen;
2) sie mit einem Schild von Glas an ihren Seiten in einer Entfernung von einigen Zollen zu umgeben, und nur oben und unten, wie jetzt, unbedeckt zu lassen.

Auf diese Weise soll der Bergmann oder der Mineur mehr Licht und Sicherheit erhalten.

Ein *Feuerzeug* (briquet), welches sich gewöhnlich in einen Kasten von Eisenblech befindet.

Die Erfahrung hat gelehrt, dass in Brunnen über 7 oder 8 Metre Tiefe und in Minengängen von 40 bis 45 M., bisweilen schon bei einer Entfernung von 15 bis 20 M., vom Eingange der Galerie, der nothwendige Luftzug mangelt, und die Arbeit des Mineurs durch das Auslöschen der Lichter bedeutenden Aufenthalt leidet. Ausserdem verbreitet die Explosion der Pulverkammern eine lange Zeit hindurch tödtende Luftarten in den Minen-

---

[32]) Der Doppeldeckel von feinem Drathgewebe soll die zu grosse Erwärmung des äusseren Deckels über der Flamme verhindern.

gängen, die dem Mineur heftige Ohnmachten zuziehen. Aus diesen Ursachen ist es durchaus nothwendig, die Luft in den Minengängen häufig zu erneuern; allein die Art und Weise, wie dies am besten bewirkt werden kann, ist leider ein Problem, welches bis jetzt nur auf eine unvollkommene Art gelös't worden ist. Aus diesem Grunde beschränken wir uns hier darauf, nur 3 Hauptinstrumente zu beschreiben, die am häufigsten angewandt werden.

Der *Erdbohrer* (trépan), Fig. 141, mit dessen Hülfe der Mineur in der Decke der Gänge ein verticales Loch bohren kann, welches bis zur Oberfläche des Erdreiches geht. Das Instrument (dessen man sich auch zum Behorchen der feindlichen Minen-Arbeiter bedient, indem die durch ihn geöffneten Canäle den Schall deutlich vernehmen lassen) besteht aus einem Bohrer (tarrière) zum Eindringen in die zu durchbohrende Erde, aus einem Bohrstuhl (tabouret) mit vier Füssen, aus einer verticalen Schraube mit horizontalen Kreutzen zum Drehen derselben, und aus einigen Ansatzstücken (alonges) zur willkürlichen Verlängerung der Bohrstange. Der Bohrer selbst richtet sich nach der Beschaffenheit des Erdreiches und ist entweder ein Hohlbohrer in gutem, oder ein Kronenbohrer in steinigem Erdreich.

Der Gebrauch dieses Instrumentes ist unbequem und ermüdend, daher man sich im weichem Boden mit mehr Vortheil eines scharfen Grabscheits in Form eines Cylinders bedient, den der Mineur an das Ende eines Stieles befestiget, der allmählich durch Ansätze verlängert wird, und mit dem er ohne viele Beschwerde ein Loch graben kann.

Der *Windfang* (ventilateur), Fig. 142, des Herrn de Rugy ist der einzige, dessen sich der französische Mi-

neur bis jetzt [33]) bedient. Er besteht aus einem halben Cylinder, in welchem sich die Schaufel c d um eine verticale Welle dreht. In a, a′ b, b′ befinden sich vier Ventile. Die beiden ersteren öffnen sich nach innen, und sind durch eine Muffel A bedeckt, welche vermittelst Röhren mit dem Innern des Minenganges in Verbindung steht. Die beiden andern öffnen sich nach Aussen und stehen durch die Muffel B mit der freien Luft in Verbindung. Nachdem diese Maschine aufgestellt ist, dreht ein Mineur das äussere Ende E des Schwengels von der linken nach der rechten Seite: z. B. die Luft entweiche aus der Maschine durch die Ventile b′, und die in dem Minengange gehe durch die Ventile a, so wird, indem der Mineur den Schwengel zurückführt, die eindringende Luft durch b entweichen und neue Luft durch a′ zugeführt werden, so dass durch jede Umdrehung des Schwengels aus der Maschine ein mit ihrem inneren Raum im Verhältniss stehendes Volumen Luft herausgeht.

Der *Blasebalg* der Schmiede, den man am Eingange des Minenganges in Bewegung setzt, und an dessen Blaseröhre eine aus mehreren Stücken zusammengesetzte Wetterlotte befestiget wird, ist ein Instrument, das seinen Zweck sehr unvollkommen erfüllt.

In dem geschätzten Werke des Sächsischen Hauptmanns Aster "die Lehre vom Festungskriege, niederer Theil," findet man die Beschreibung einiger andern Maschinen zur Herbeiführung der frischen Luft in den Minengängen, namentlich die des *Creuzfanges*, *Wetterrades* und des *Harzer-Wettersatzes*.

[33]) Gegenwärtig beschäftiget sich ein Mineur mit der Construction eines Wagens, welcher zum Transport der Erde und zugleich zur Zuführung frischer Luft bestimmt ist, mit der sich der Kasten anfüllt, sobald die Erde abgeladen ist.

Data über die Schnelligkeit

Folgende Tabelle ist nach einer grossen Anzahl von Versuchen und Beobachtungen über die Arbeit des Mineurs entworfen worden, welche in der Regimentsschule zu Arras angestellt sind. Man kann daher annehmen, dass sie mit ziemlicher Genauigkeit die Schnelligkeit dieser Arbeit anzeigt, vorausgesetzt, dass sie mit Sorg-

Bezeichnung der Arbeit.	
Brunnen von 1,32 Metre im Lichten.	Legen eines Ohrrahmens . . . .
	Aushöhlung eines laufenden Metre . .
	Legen eines Brunnengevieres . . . . . .
	Verkleidung eines Brunnen-Getriebes .
Angriffsbrunnen oder Puits à la Boule.	Legen eines Ohrramens . . . .
	Vollständige Arbeit von einem laufenden Metre . . . .
Haupt-Minengang 2 Metre im Quadrat.	Aushöhlung eines laufenden Metre mit Anwendung der Hülf-Thürstöcke . . .
	Aufstellung eines Thürgerüstes . . . . .
	Verkleidung eines Getriebes . . . . . .
Grosser Minengang, 2 auf 1 Metre.	Aushöhlung eines laufenden Metre . .
	Aufstellung eines Thürgerüstes . . . .
	Verkleidung eines Getriebes . . . . . .
Halber Minengang 1,40 auf 1 Metre.	Aushöhlung eines laufenden Metre . .
	Aufstellung eines Thürgerüstes . . . .
	Verkleidung eines Getriebes . . . . . .
Grosser Minenzweig (0,80 auf 0,65 Metre).	Aushöhlung eines laufenden Metre . .
	Anfstellung eines Thürgerüstes . . . .
	Verkleidung eines Getriebes . . . . . .

der Arbeit des Mineurs.

falt von einem geübten Mineur und in einem festen aber leicht zu bearbeitenden Erdreiche verrichtet wird.

Mit der Benennung *Minimum* der Zeit hat man in dieser Tabelle die Zeit bezeichnet, welche ausgewählte und besonders zur Arbeit aufgemunterte Mineure gebrauchen.

Anzahl der Mineure.	Minimum der Zeit.		Medium der Zeit.		Aushebung des Erdreiches.
					Kubik - Metre.
. . . .	:St. 35Minut .		1Stunde		2,72
. . . .	1 - : -		2 - 45M.		
5	: - 30 -	2 St.	: - 45 -	4 St. 30M.	
. . . .	: - 30 -		1 - : -		
. . . .	: - 15 - . . .		: - 30 -		
4					
. . . .	: - : - . . .		2 - 30 - . . .		0,74
6	2 - 50 -		4 - 15 -		5,42
von denen 2 zu gleicher Zeit *v. d. Ort* arbeiten.	: - 40 -	4 St.	1 - : -	6 St.	
. . . .	: - 30 -		: - 45 -		
. . . .	2 - : -		3 - 30 -		3,02
. . . 5 . .	: - 30 -	3 St.	: - 45 -	5 St.	
. . . .	: - 30 -		: - 45 -		
. . . .	1 - 20 -		2 - 30 -		2,12
. . . 5 . .	: - 20 -	2 St.	: - 30 -	3 St. 30M.	
. . . .	: - 20 -		: - 30 -		
. . . .	1 - 10 -		2 - : -		1,28
. . . 4 . .	: - 15 -	1 St. 40M.	: - 30 -	3 St.	
. . . .	: - 15 -		: - 30 -		

	Bezeichnung der Arbeit.
Kleiner Minenzweig (0,80 auf 0,65 M.)	Aushöhlung eines laufenden Metre . .
	Aufstellung eines Thürgerüstes . . . .
	Verkleidung eines Getriebes . . . . . .
Zweig ohne Verkleidung (0,80 auf 0,65 M.)	Vollständige Arbeit eines laufenden Metre . . . .
	Verdämmung eines laufenden Metre.
Mit *Rasen* und *Erde.*	In einem grossen Zweig . . . .
	In einem kleinen Zweig . . . .
Mit *Erdsäcken.*	In einem grossen Zweig . . . .
	In einem kleinen Zweig . . . .

Die *Entdämmung* kann in der nämlichen Zeit wie die Verdämmung verrichtet werden.

Hier noch einige Angaben über die Schnelligkeit der Arbeit in Mauerwerk, welche aus einem Rapport über die Schleifung des Forts Rodemack (ausgeführt im Jahre 1821) entlehnt sind.

Zwei Mineure haben verrichtet:

In sehr gesunden oder lebendigen (unverwitterten) Stein (pierre très-vive) und bei fortwährendem Spren-

Anzahl der Mineure.	Minimum der Zeit.		Medium der Zeit.		Aushebung des Erdreiches.
					Kubik - Metre.
. . . .	1St. 10M.	1 St. 40 M.	2St. = M.	3 St.	0,89
. . . 4 . .	= - 15 -		= - 30 -		
. . . .	= - 15 -		= - 30 -		
4					
. . . .	1 - = - . . .		1 - 50 - . . .		0,49
. . . .	= - 20 -				
. . . .	= - 15 - . . .		= - 30 -		
. . . .	= - 15 -				
. . . .	= - 12 - . . .		= - 20 -		

gen, oder Petardiren, 0,26 Metre eines Zweiges, in 12 Stunden.

In Mauerwerk, 0,50 M. bis 0,80 M in 12 Stunden.

In sehr hartem Felsen, der mit schwammartigen Partien (mollasses) gemischt war, die nicht die Festigkeit des Sandes hatten, 0,90 Metre bis 1,20 Metre in 12 Stunden.

Tabelle Nr. 1.

Zur Bestimmung der Ladung der gewöhnlichen Minen in einem Erdreich, welches 12 Pfund Pulver zur Sprengung einer Kubik-Toise, oder 0,793 Kilogr. zur Sprengung eines Kubik-Metre erfordert.

Alt-französisches Maass.

Kürzeste Widerstandslinie.	Pulverladung.		Kürzeste Widerstandslinie.	Pulverladung.	
Fuss.	Pfund.	Unze.	Fuss.	Pfund.	Unze.
3	2	12	17	500	6
4	6	8	18	594	=
5	12	11	19	698	8
6	22	=	20	814	12
7	34	14	21	943	3
8	51	1	22	1,084	8
9	74	3	23	1,239	3
10	101	13	24	1,408	=
11	135	8	25	1,591	6
12	176	=	26	1,790	1
13	223	11	27	2,004	11
14	285	=	28	2,235	13
15	343	11	29	2,484	8
16	417	2	30	2,750	=

Decimal-Maass.

Kürzeste Widerstandslinie.	Pulverladung.	Kürzeste Widerstandslinie.	Pulverladung.
Metre.	Kilogr.	Metre.	Kilogr.
1,00	1,45	1,40	3,99
1,10	1,93	1,50	4,90
1,20	2,51	1,60	5,95
1,30	3,19	1,70	7,14

Decimal-Maass.

Kürzeste Widerstandslinie.	Pulverladung	Kürzeste Widerstandslinie.	Pulverladung.
Metre.	Kilogr.	Metre.	Kilogr.
1,80	8,48	5,20	204,33
1,90	9,97	5,30	216,36
2,00	11,63	5,40	228,82
2,10	13,46	5,50	241,77
2,20	15,47	5,60	255,21
2,30	17,68	5,70	269,11
2,40	20,09	5,80	283,54
2,50	22,71	5,90	298,46
2,60	25,54	6,00	313,89
2,70	28,60	6,10	329,85
2,80	31,90	6,20	346,34
2,90	35,44	6,30	363,37
3,00	39,24	6,40	380,95
3,10	43,29	6,50	399,08
3,20	47,62	6,60	417,78
3,30	52,22	6,70	437,06
3,40	57,12	6,80	456,94
3,50	62,31	6,90	477,40
3,60	67,80	7,00	498,45
3,70	73,61	7,10	520,12
3,80	79,74	7,20	542,40
3,90	86,20	7,30	565,32
4,00	93,00	7,40	588,87
4,10	100,15	7,50	613,07
4,20	107,66	7,60	637,91
4,30	115,54	7,70	663,45
4,40	123,78	7,80	689,60
4,50	132,42	7,90	716,50
4,60	141,45	8,00	744,05
4,70	150,86	8,10	772,32
4,80	160,71	8,20	801,23
4,90	170,97	8,30	830,94
5,00	181,65	8,40	861,34
5,10	192,77	8,50	892,46

Decimal - Maass.

Kürzeste Widerstandslinie.	Pulverladung.	Kürzeste Widerstandslinie.	Pulverladung.
Metre.	Kilogr.	Metre.	Kilogr.
8,60	924,34	9,40	1207,02
8,70	956,95	9,50	1245,91
8,80	990,30	9,60	1285,71
8,90	1024,47	9,70	1326,30
9,00	1059,36	9,80	1367,78
9,10	1095,10	9,90	1410,16
9,20	1131,61	10,00	1453,20
9,30	1168,89		

Anmerkung zur vorhergehenden Tabelle.

Indem man h für die kürzeste Widerstandslinie und c für die Pulverladung annahm, ist diese Tabelle nach folgender Formel berechnet worden:

$$c = \tfrac{11}{6}\, h^3\ (0{,}793)\ \text{Kilogr.}$$

Um die einer kürzesten Widerstandslinie entsprechende Ladung zu erhalten, welche zwischen zwei auf der Tafel angeführte fällt, kann man ohne einen merklichen Fehler zu begehen, annehmen: dass der Unterschied der Ladungen mit dem der kürzesten Widerstandslinien proportional ist. Leicht kann man sich überzeugen, dass der auf diese Weise entstandene Fehler immer kleiner seyn wird als 0,0435 Kilogr. multiplicirt mit der Zahl, welche auf der Tafel die kürzeste Widerstandslinie unmittelbar unter derjenigen bezeichnet, zu welcher man die Ladung sucht. Ein Fehler, der in der Praxis stets ohne Nachtheil begangen werden kann.

Tabelle Nr. 2.

Ueber die Pulver-Menge, welche in den verschiedenen Erdarten zur Ladung einer gewöhnlichen Mine anzuwenden ist.

Bezeichnung des Medium.	Gewicht eines Kubikfusses.	Ladung auf 1 Kubik-Toise.	Ladung auf 1 Kubik-Metre.	Verhältniss der Ladungen mit der in gewöhnlicher Erde.
	Pfund.	Pfund.	Kilogr.	
1) Gemeine oder Garten Erde (terre commune) . .	95	$13\frac{1}{2}$	0,892	1,12
2) Stehender Sand (sable fort) . . .	124	15	0,991	1,25
3) Grobe, mit Sand u. Kies gemischte Erde. (Von dem Mineur *gewöhnliche Erde* genannt	130	12	0,793	1,00
4) Feuchter Sand	132	$15\frac{3}{4}$	1,040	1,31
5) Erde, gemischt mit kleinen Steinen	133	$16\frac{7}{8}$	1,114	1,41
6) Thon, gemischt mit Tufstein . .	139	$18\frac{9}{16}$	1,226	1,55
7) Erde, gemischt mit grossen Steinen	160	$20\frac{1}{4}$	1,338	1,69
8) Felsen	160	27	1,783	2,25
9) Neues oder altes, feuchtge-				

Bezeichnung des Medium.	Gewicht eines Kubikfusses.	Ladung auf 1 Kubik-Toise.	Ladung auf 1 Kubik-Metre.	Verhältniss der Ladungen mit der in gewöhnlicher Erde.
	Pfund.	Pfund.	Kilogr.	
bliebenes oder feuchtgewordenes Mauerwerk, wie man es in sumpfigen Gegenden findet, und wo der Mörtel schlecht ist . . .	"	15 bis 16	1,024	1,30
10) Mittelmässiges Mauerwerk	"	20	1,321	1,66
11) Neues, sehr gutes Mauerwerk	"	27	1,783	2,25
12) Altes, sehr gutes Mauerwerk	"	30	1,982	2,50
13) Römisches, oder eben so festes Mauerwerk	"	35	2,313	2,90

Tabelle Nr. 3.

Dimensionen des Pulverkastens zu den verschiedenen Minenladungen von 1 bis 3,000 Kilogr.

Angaben, die leicht im Gedächtniss zu behalten sind.	64 Pfund	nehmen 1 Kubikfuss ein.
	1 —	nimmt 27 Kubikzoll oder einen Kubus ein, dessen Seite 3 Zoll hält.
	20 Kilogr.	nehmen einen Kubus ein, dessen Seite 28 Centimetre hält.
	200 —	nehmen einen Kubus ein, dessen Seite 60 Centimetre hält.

Anmerkung. Nachstehende Tabelle setzt weder aufgehäuftes noch zusammengepresstes Pulver voraus. Mit Hülfe der Aufhäufung oder des Zusammenpressens kann 1 Kubikfuss Pulver zwischen 75 bis 80 Pfund und selbst mehr wiegen.

Pulver-Menge.	Seiten-Länge des Kastens.	Pulver Menge.	Seiten-Länge des Kastens.
Kilogr.	Metre.	Kilogr.	Metre.
1	0,103	13	0,243
2	0,130	14	0,249
3	0,149	15	0,255
4	0,164	16	0,260
5	0,176	17	0,265
6	0,188	18	0,271
7	0,198	19	0,275
8	0,206	20	0,280
9	0,215	21	0,285
10	0,222	22	0,289
11	0,230	23	0,293
12	0,236	24	0,298

Pulver-Menge.	Seiten-Länge des Kastens.	Pulver-Menge.	Seiten-Länge des Kastens.
Kilogr.	Metre.	Kilogr.	Metre.
25	0,302	60	0,404
26	0,306	61	0,406
27	0,310	62	0,408
28	0,313	63	0,410
29	0,317	64	0,413
30	0,321	65	0,415
31	0,324	66	0,417
32	0,328	67	0,419
33	0,331	68	0,421
34	0,334	69	0,423
35	0,337	70	0,425
36	0,341	71	0,427
37	0,344	72	0,429
38	0,347	73	0,431
39	0,350	74	0,433
40	0,353	75	0,435
41	0,356	76	0,437
42	0,359	77	0,439
43	0,361	78	0,441
44	0,364	79	0,443
45	0,367	80	0,444
46	0,370	81	0,446
47	0,372	82	0,448
48	0,375	83	0,450
49	0,377	84	0,452
50	0,380	85	0,453
51	0,383	86	0,455
52	0,385	87	0,457
53	0,387	88	0,459
54	0,390	89	0,460
55	0,392	90	0,462
56	0,395	91	0,464
57	0,397	92	0,466
58	0,399	93	0,467
59	0,402	94	0,469

Pulver-Menge.	Seiten-Länge des Kastens.	Pulver-Menge.	Seiten-Länge des Kastens.
Kilogr.	Metre.	Kilogr.	Metre.
95	0,471	250	0,650
96	0,472	255	0,654
97	0,474	260	0,658
98	0,475	265	0,662
99	0,477	270	0,666
100	0,479	275	0,670
105	0,487	280	0,675
110	0,494	285	0,679
115	0,502	290	0 682
120	0,509	295	0,686
125	0,516	300	0,690
130	0,522	305	0,694
135	0,529	310	0,698
140	0,535	315	0,702
145	9,542	320	0,705
150	0,548	325	0,709
155	0,554	330	0,712
160	0,560	335	0,716
165	0,566	340	0,720
170	0,571	345	0,723
175	0,577	350	0,727
180	0,582	355	0,730
185	0,588	360	0,733
190	0,593	365	0,737
195	0,598	370	0,740
200	0,603	375	0,743
205	0,608	380	0,747
210	0,613	385	0,750
215	0,618	390	0,753
220	0,622	395	0,757
225	0,627	400	0,760
230	0,632	405	0,763
235	0,636	410	0,766
240	0,641	415	0,769
245	0,645	420	0,772

Pulver-Menge.	Seiten-Länge des Kastens.	Pulver-Menge.	Seiten-Länge des Kastens.
Kilogr.	Metre.	Kilogr.	Metre.
425	0,775	700	0,915
430	0,778	710	0,920
435	0,781	720	0,924
440	0,784	730	0,928
445	0,787	740	0,932
450	0,790	750	0,937
455	0,793	760	0,941
460	0,796	770	0,945
465	0,799	780	0,949
470	0,802	790	0,953
475	0,804	800	0,957
480	0,807	810	0,961
485	0,810	820	0,965
490	0,813	830	0,969
495	0,816	840	0,973
500	0,818	850	0,977
510	0,824	860	0,980
520	0,829	870	0,984
530	0,834	880	0,988
540	0,840	890	0,992
550	0,845	900	0,995
560	0,850	910	0,999
570	0,855	920	1,003
580	0,860	930	1,006
590	0,865	940	1,010
600	0,870	950	1,013
610	0,874	960	1,017
620	0,879	970	1,020
630	0,884	980	1,024
640	0,888	990	1,027
650	0,893	1000	1,031
660	0,898	1025	1,039
670	0,902	1050	1,047
680	0,907	1075	1,055
690	0,911	1100	1,063

Pulver-Menge.	Seiten-Länge des Kastens.	Pulver-Menge.	Seiten-Länge des Kastens.
Kilogr.	Metre.	Kilogr.	Metre.
1125	1,071	1650	1,218
1150	1,079	1700	1,230
1175	1,087	1750	1,242
1200	1,095	1800	1,254
1225	1,103	1850	1,265
1250	1,111	1900	1,277
1275	1,118	1950	1,288
1300	1,125	2000	1,299
1325	1,132	2100	1,320
1350	1,139	2200	1,341
1375	1,146	2300	1,361
1400	1,153	2400	1,380
1425	1,160	2500	1,399
1450	1,167	2600	1,417
1475	1,174	2700	1,435
1500	1,180	2800	1,453
1550	1,192	2900	1,470
1600	1,205	3000	1,487

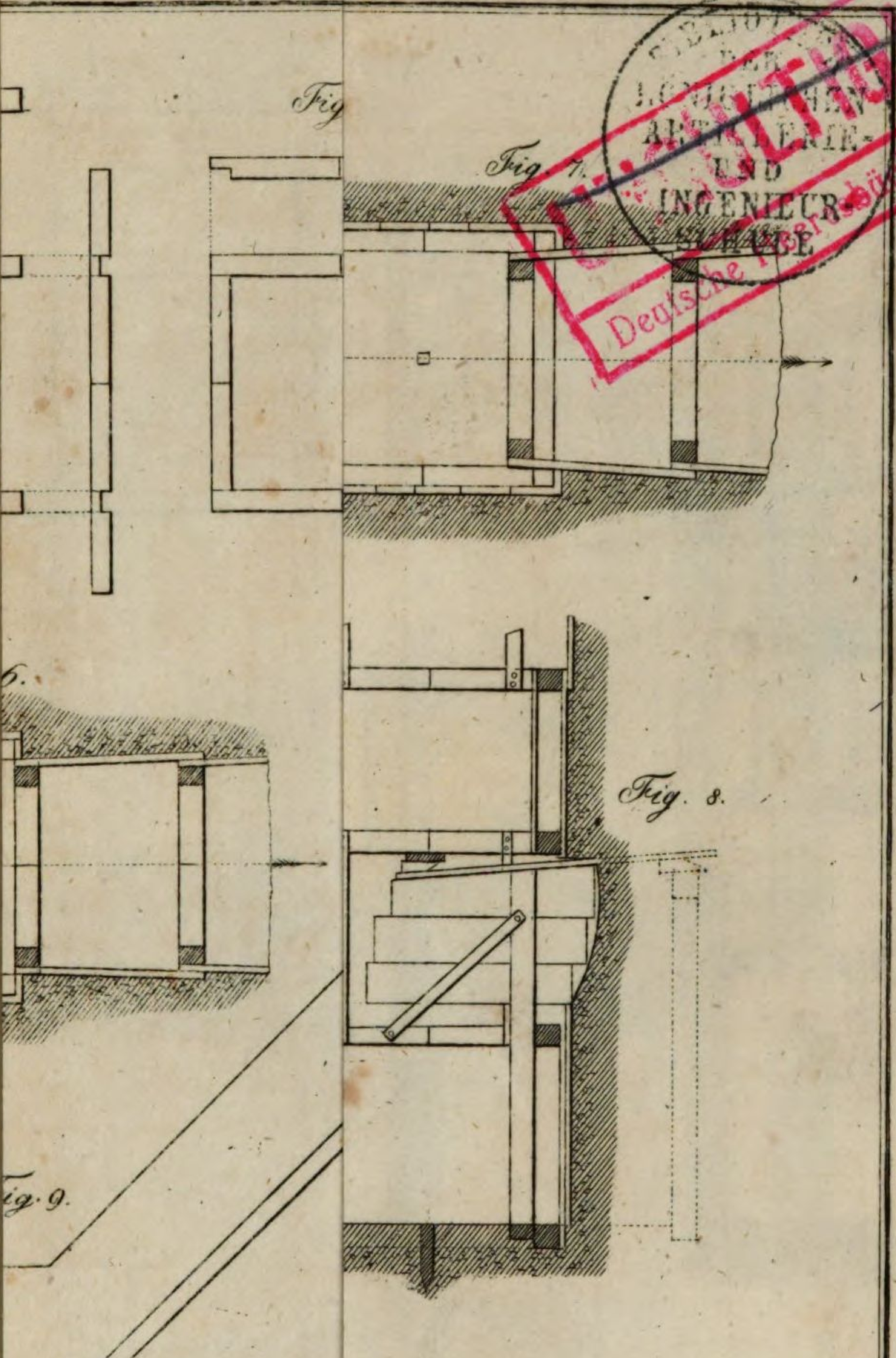
Tabelle Nr. 4.

Vergleichung des Kilogramme, Livre, Metre und pied de roi mit dem Gewichte und Maasse nachstehender Länder.

Name des Landes.	1 *Kilogram.* 2liv. sons. (5,49 gr.) beträgt in:	1 *Pfund* p. d. m. (9216 gr.) beträgt in:	1 *Metre* (443,295936 P. L.) beträgt in:	1 Fuss p. d. r. (144 P. L.) beträgt in:
	Pfund.	Pfund.	Fuss.	Fuss.
Baden (wie Frankreich).				
Baiern	1,7857	0,8741	3,4263	1,1130
Dänemark	2,0076	0,9827	3,1871	1,0353
Hannover	2,0425	0,9998	3,4247	1,1125
Hessen-Cassel .	2,0651	1,0109	3,5099	1,1401
Hessen-Darmst.	2,0000	0,9790	3,3333	1,0828
Oesterreich . . .	1,7857	0,8741	3,1635	1,0276
Preussen	2,1346	1,0450	3,1862	1,0350
Sachsen	2,1416	1,0483	3,5303	1,1468
Würtemberg . .	2,1388	1,0466	3,4905	1,1339

C 2351
Bibliothek der Königlichen Artillerie- und Ingenieur-Schule
Deutsche Heeresbücherei

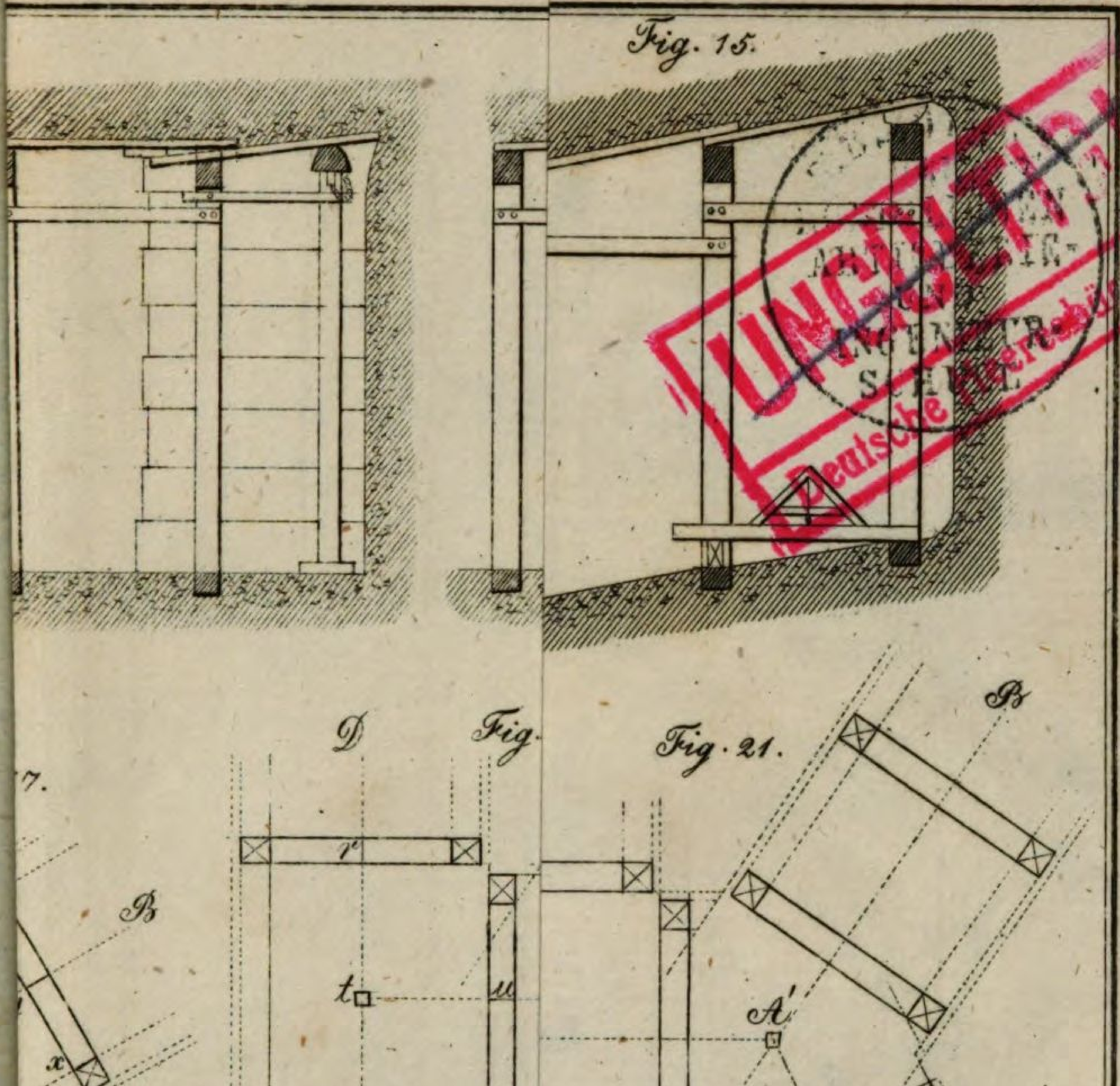
Tab. 1.



Emilie Sysemihl sc

C 2351

Tab. 2.



Emilie Sufemihl sc

UNGÜLTIG!
Deutsche Heeresbücherei

C2351

Fig. 26.

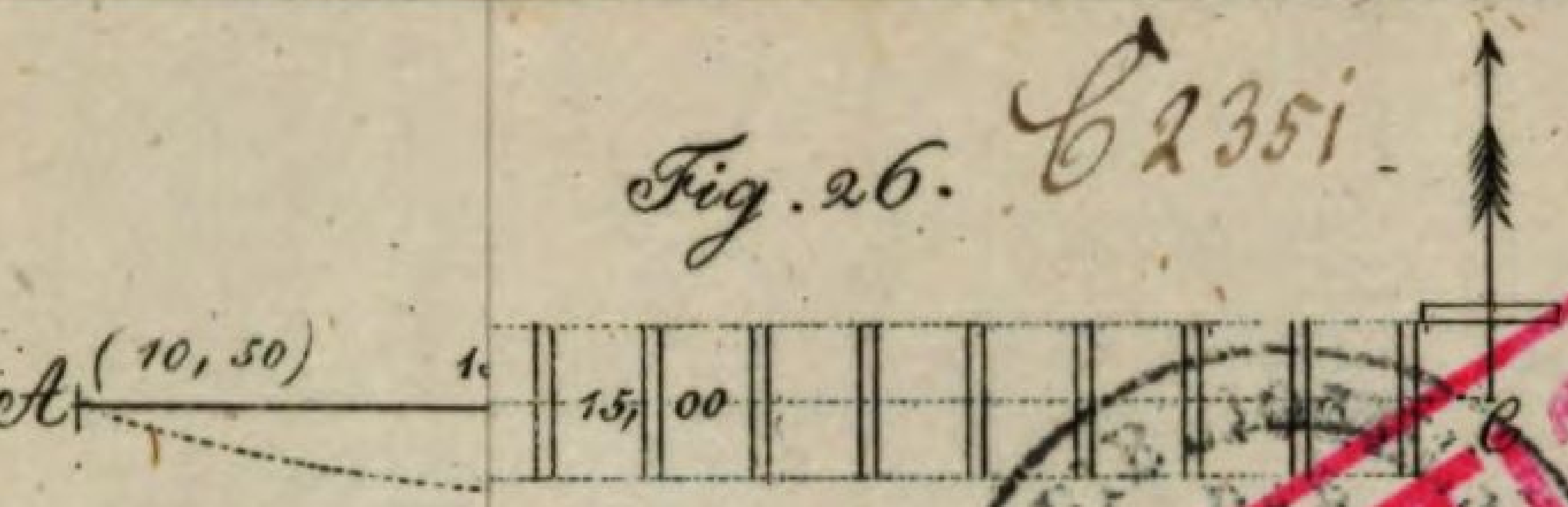


Fig. 28.

UNGÜLTIG!
Deutsche Heeresbücherei

Fig. 31

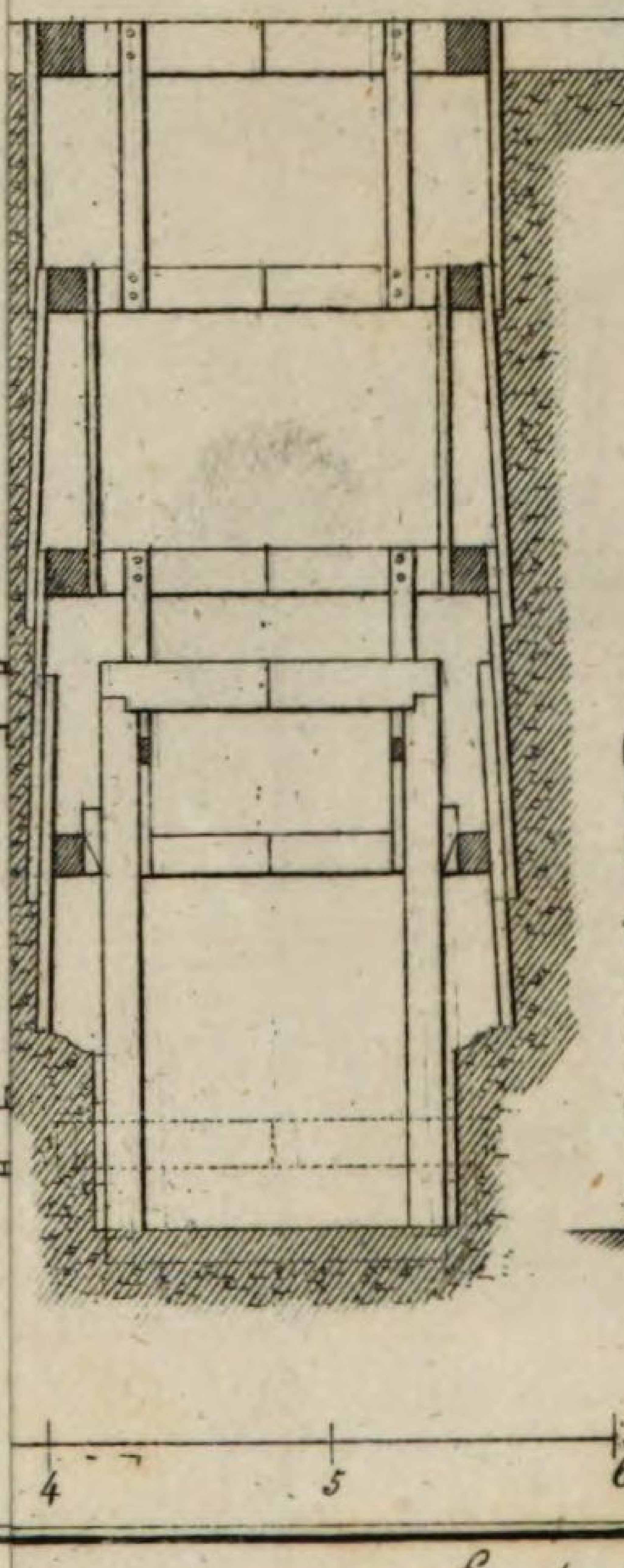


Fig. 29.

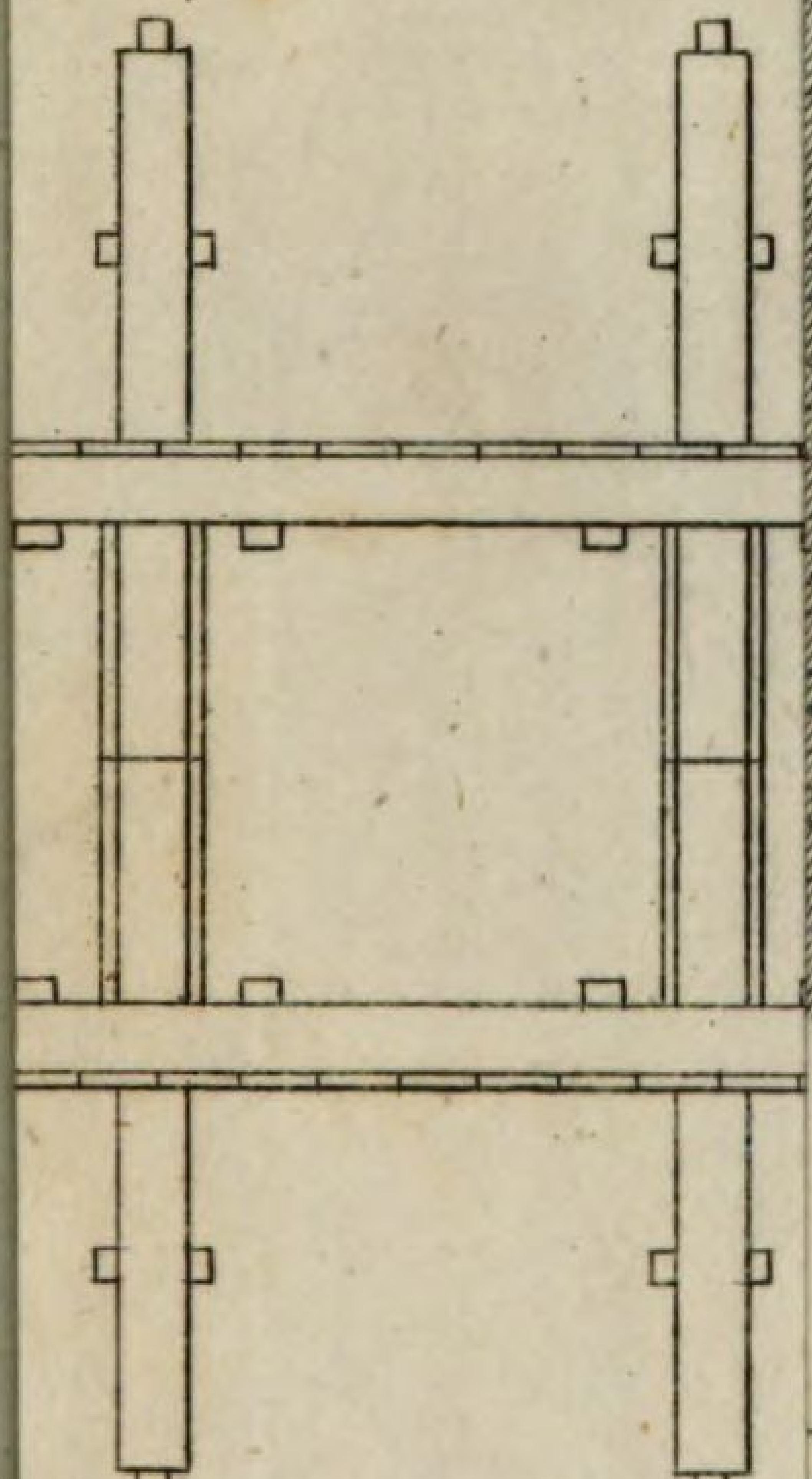
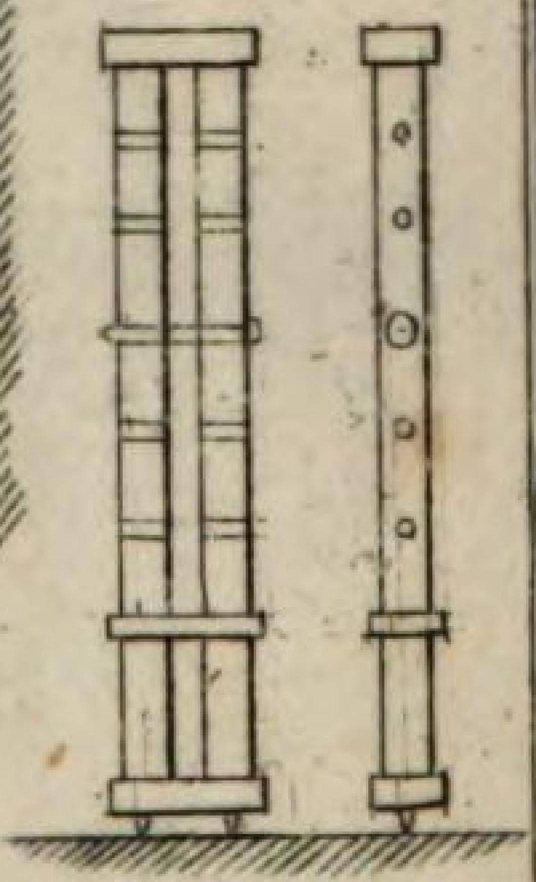


Fig. 32.

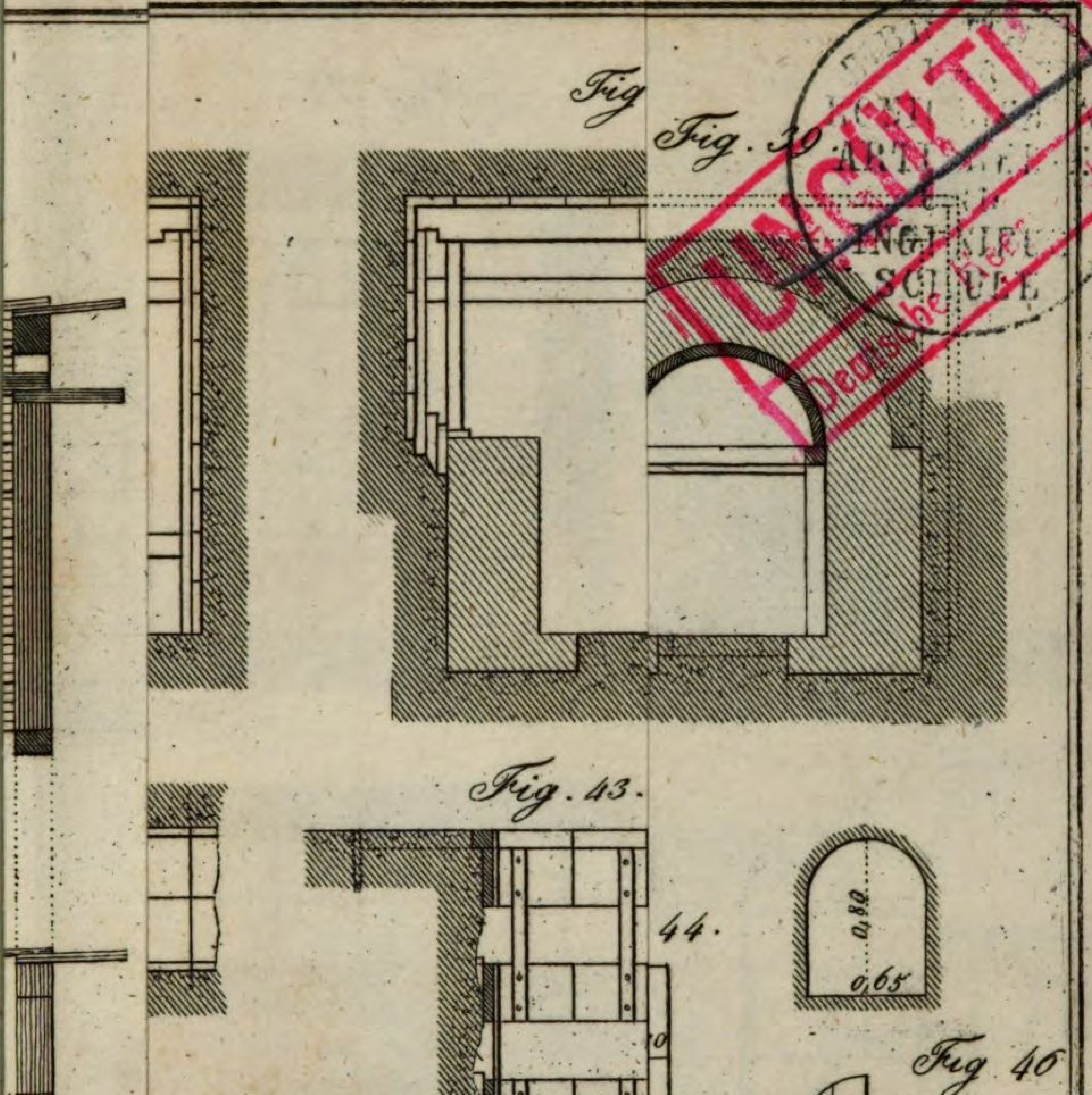


Emilie Siefemihl sc

C 2351

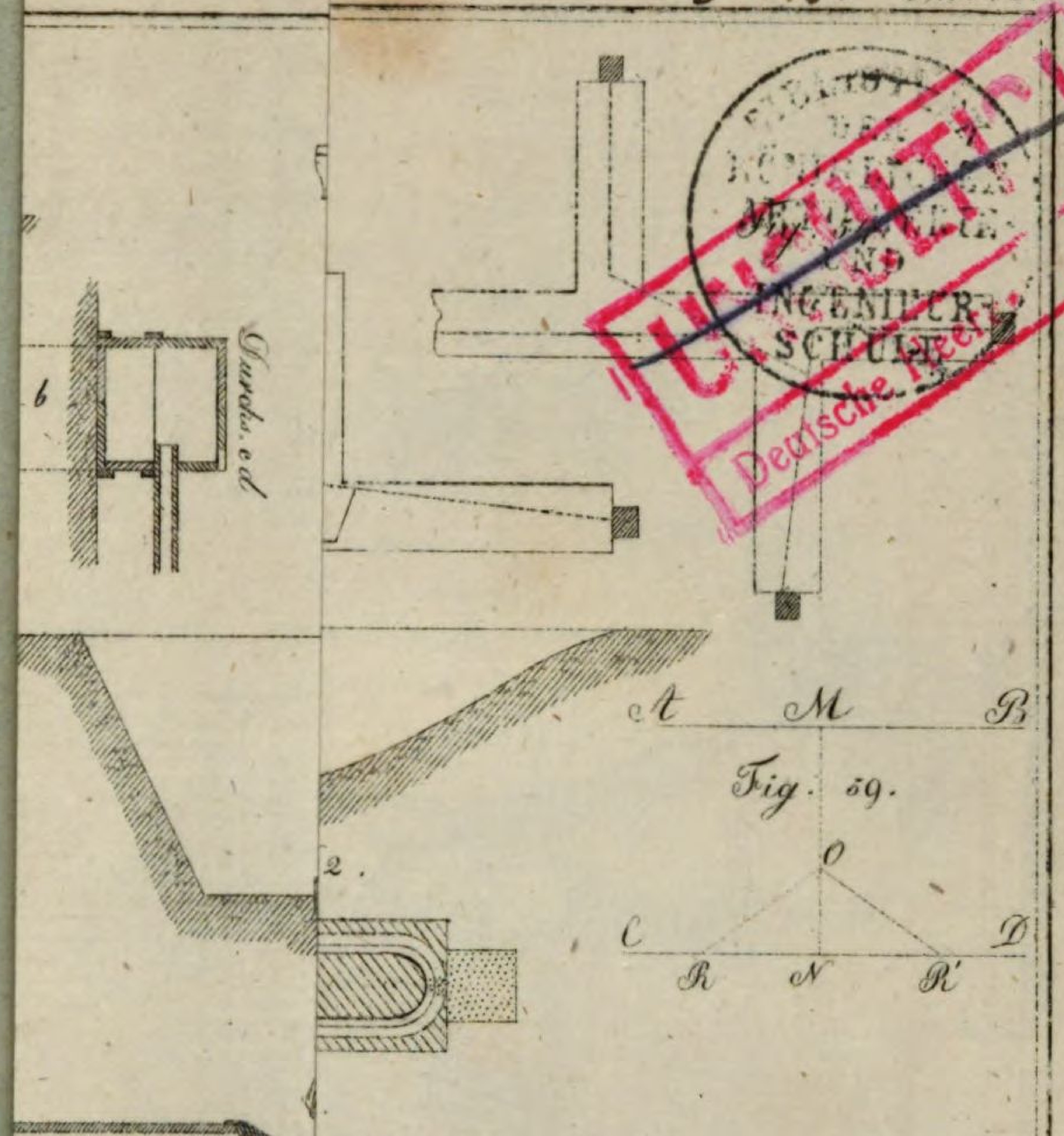
Tab. 4.

UNGÜLTIG
ARTILLERIE INGENIEUR SCHULE
Deutsche Bücherei



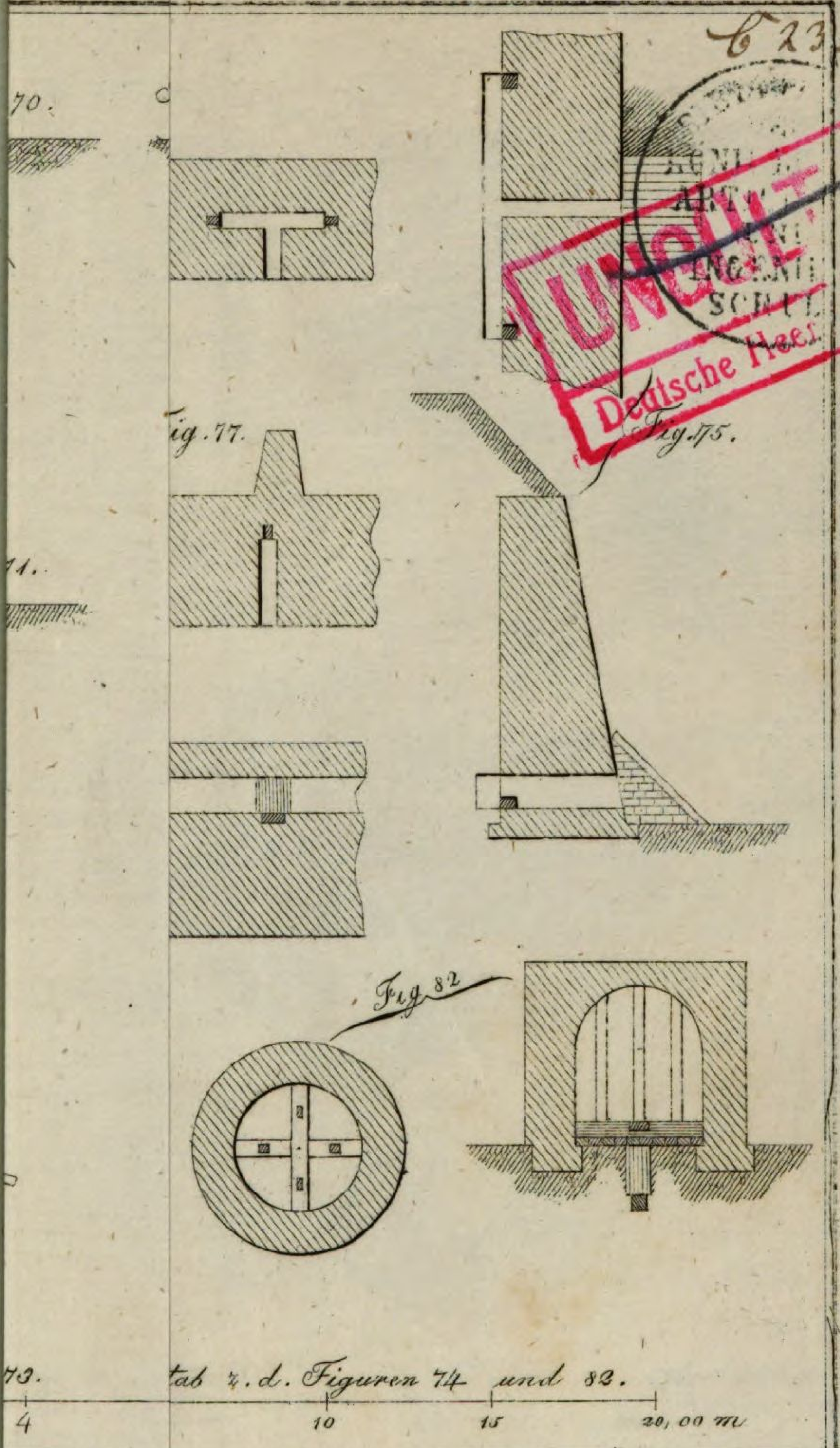
C 2351 Tab. 5.

INGENIEUR-SCHULE
UNGÜLTIG!
Deutsche



Tab. 6.

C 2351
UNGÜLTIG!
Deutsche Heeresbücherei



C 235i

Tab. 7.

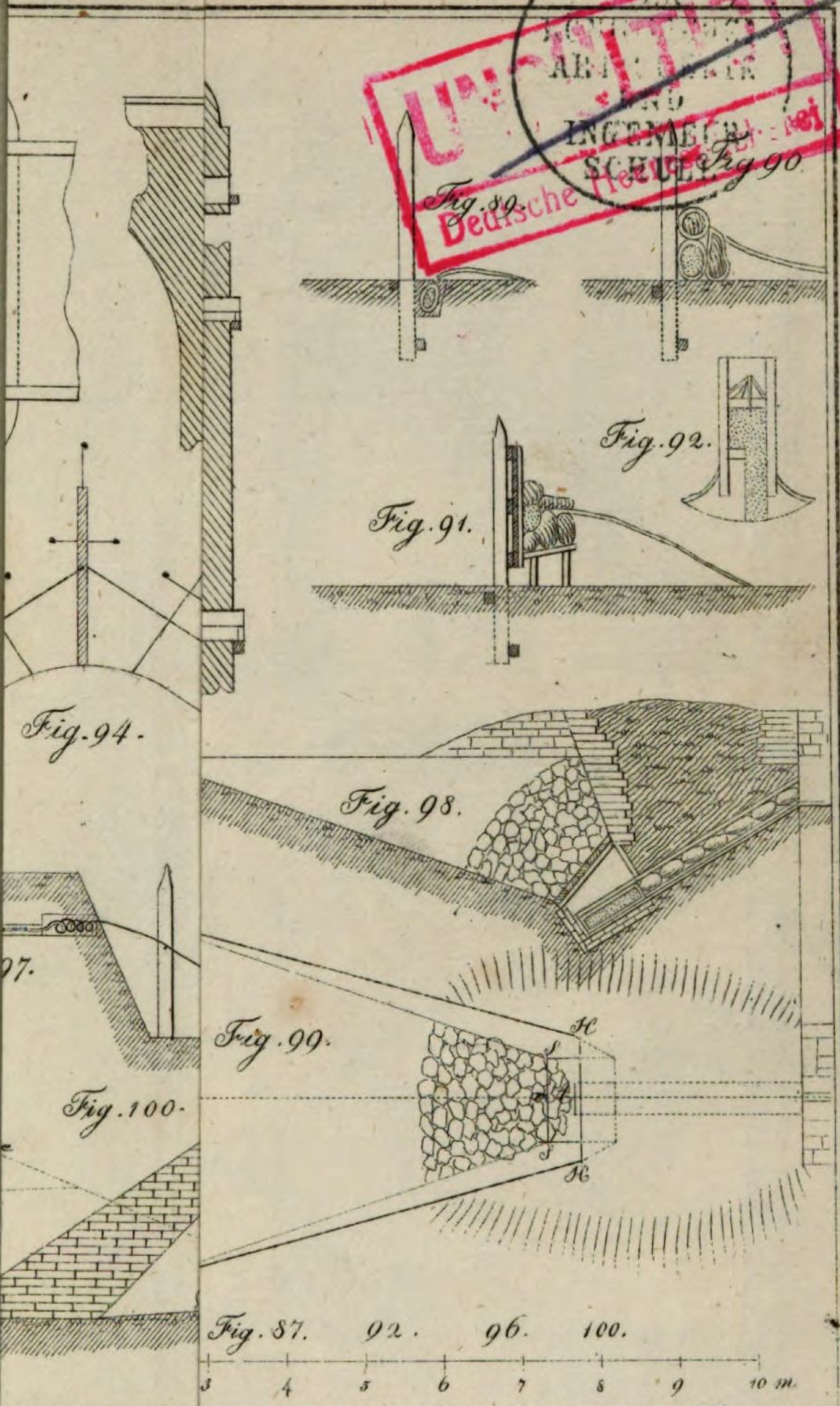
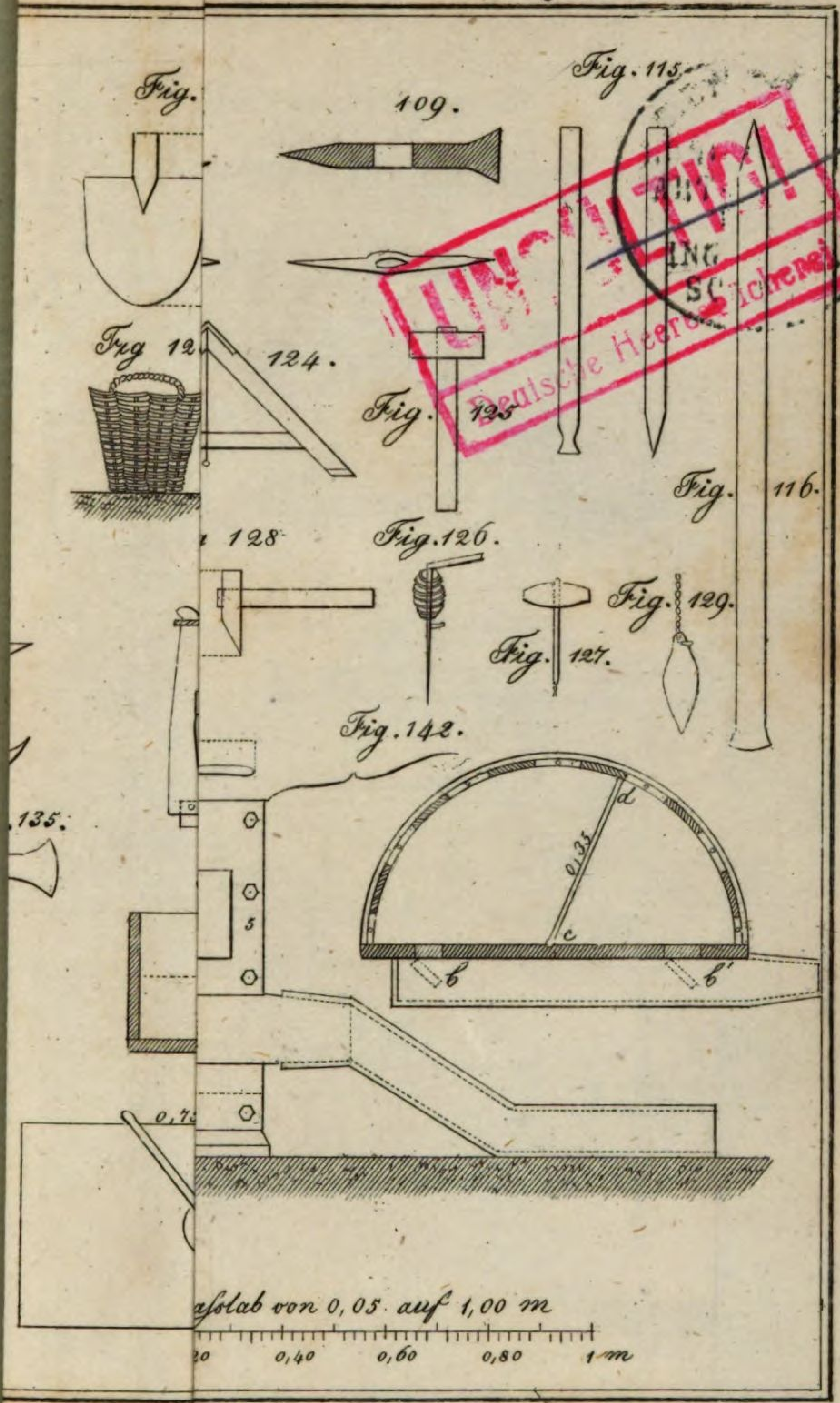


Fig. 89.
Fig. 90.
Fig. 92.
Fig. 91.
Fig. 94.
Fig. 98.
97.
Fig. 99.
H
H
Fig. 100.
Fig. 87. 92. 96. 100.
3 4 5 6 7 8 9 10 m.

C 2351 Tab. 8.



Deutsche Heeresbücherei

Bayerische
Staatsbibliothek
München

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Reinhold, F.

Practisches Handbuch für den Mineur

Kopenhagen 1829

36.9110
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10701222-9